



Città del Vino
Associazione Nazionale

Il Piano Regolatore
delle Città del Vino

Provincia di Modena
Comune di Bomporto

PSC

PIANO STRUTTURALE COMUNALE delle Città del Vino

Sindaco
Alberto Borghi
Ass. Urbanistica
Giovanni Stigliano
Ufficio di Piano
Arch. Alfredo Mazzucca
Geom. Glauco Pellacani

Responsabile di progetto:
Arch. Carla Ferrari



Consulenti e collaboratori:
sistema della pianificazione e sistema insediativo:
Arch. Carla Ferrari, Ivan Passuti,
Giulia Gadda, Arch. Silvia Poli, Arch. Giulio Verdini
scenari socio-economici e insediativi:
Arch. Manuela Bertoldo, Arch. Francesco Palazzo (Sistema Snc)
persistenze storiche:
Arch. Enrico Guaitoli Panini, Arch. Irene Esposito
archeologia:
Dott. Paolo Campagnoli (Ambiente Terra)
aspetti geologici, geomorfologici, sismici ed idraulici:
Dott. Geol. Valeriano Franchi, Dott. Geol. Stefania Asti,
Ing. Adelio Pagotto, Dott. Geol. Alessandro Ghinai
mobilità e traffico:
Ing. Francesco Mazza, Ing. Fabio Cerino (Airis Srl)
rumore e qualità dell'aria:
Dott.sa Francesca Rametta, Ing. Irene Bugamelli (Airis Srl)
energia:
Ing. Gildo Tomassetti, Ing. Gionatan Ruscelli (Airis Srl)
territorio rurale (agricoltura, paesaggio, ecosistemi):
Dott. Agr. Salvatore Giordano, Arch. Camilla Alessi (Airis Srl)
aspetti agronomici ed enologici:
Dott.sa Enol. Marisa Fontana, Enol. Gianfranco Raimondi
consulenza giuridica:
Avv. Lorenzo Minganti
elaborazioni cartografiche e SIT:
Ivan Passuti, Giulia Gadda

PSC/S-R VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE RELAZIONE



VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE

RELAZIONE

INDICE

1	ELEMENTI GEOLOGICI DI CONTROLLO DEL TERRITORIO	2
1.1	Inquadramento geologico e geodinamico	2
1.2	La stratigrafia della pianura	6
1.3	Geomorfologia	8
2	NEOTETTONICA E SISMICITA'	11
3	LA NUOVA NORMATIVA SISMICA	13
4	ATTO DI INDIRIZZO PER GLI STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA IN EMILIA ROMAGNA PER LA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE E URBANISTICA	16
4.1	Primo livello di approfondimento	18
4.2	Secondo livello di approfondimento - analisi semplificata	23
4.3	Terzo livello di approfondimento - analisi approfondita	23
5	VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE DEL TERRITORIO DEL COMUNE DI BOMPORTO	25
5.1	Cartografie e dati di base	25
5.2	Indagine geognostica	25
5.2.1	<i>Prospezioni Refraction Microtremor (Re.Mi.)</i>	26
5.2.1	<i>Analisi dei microtremori con la tecnica HVSR</i>	32
5.2.3	<i>Indagini CPT</i>	34
5.3	Carta delle aree suscettibili di effetti locali (TAVOLA PSC/S-T.1)	48
5.4	Carta dei fattori di amplificazione (TAVOLA PSC/S-T.2)	49
5.5	Carta degli effetti attesi - zonazione sismica (TAVOLA PSC/S-T.3)	51
5.6	Sintesi ai sensi della DAL RER 112/2006 (TAVOLA PSC/S-T.4)	52
5.7	Prime valutazioni sull'occorrenza del fenomeno della liquefazione sul territorio di Bomporto	53
5.7.1	<i>Descrizione del fenomeno</i>	53
5.7.2	<i>Analisi del fenomeno: i metodi semplificati</i>	56
5.7.3	<i>Valutazione della suscettibilità alla liquefazione nel territorio di Bomporto</i>	70
6	VALUTAZIONE DELL'EDIFICABILITA' DEGLI AMBITI DI NUOVO INSEDIAMENTO	118

ALLEGATO 1 - SCHEDE RE.MI.

ALLEGATO 2 - SCHEDE HVSR

ALLEGATO 3 - SCHEDE CPT

1 ELEMENTI GEOLOGICI DI CONTROLLO DEL TERRITORIO

1.1 Inquadramento geologico e geodinamico

Il territorio Comunale di Bomporto si sviluppa nell'area di media e bassa pianura modenese, in un settore deposizionalmente influenzato dalle alluvioni dei fiumi Secchia e Panaro.

L'evoluzione geologica del territorio in studio va necessariamente inquadrata in un contesto regionale; essa ricade nella parte centro-meridionale della Pianura Padana, che costituisce dal punto di vista geologico, un grande bacino subsidente plio-quadernario di tipo sedimentario, che comincia a delinearsi sin dall'inizio del Triassico (225 milioni di anni fa) e viene interessato da subsidenza differenziata sia nel tempo che nello spazio, in diversi periodi (Mesozoico, Cenozoico, ma soprattutto Pliocene e Quadernario), con movimenti verticali controllati dai caratteri strutturali presenti in profondità; più in particolare, l'area ricade nel suo settore appenninico, in diretta influenza del Po e dei suoi affluenti di destra.

Nell'ambito del suddetto bacino, i terreni olocenici, di origine alluvionale, poggiano sul sottostante Pleistocene continentale e/o marino, strutturalmente caratterizzato da elementi ormai sufficientemente definiti in letteratura.

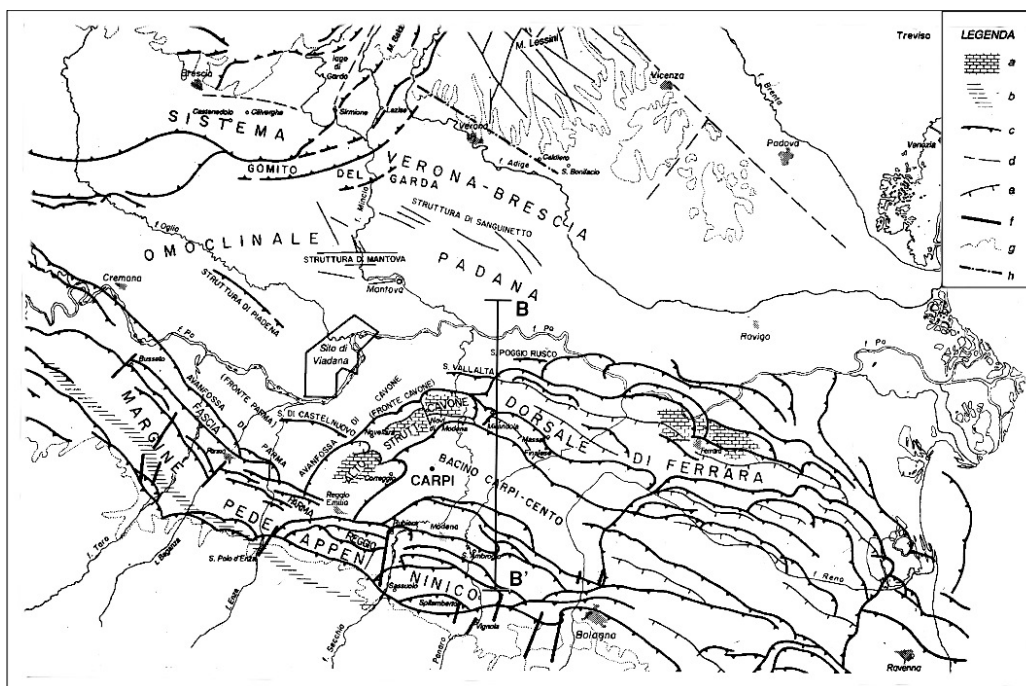
L'assetto geologico strutturale profondo della Pianura Padana è noto soprattutto grazie ai dati emersi dalle perforazioni profonde e dalle prospezioni geofisiche effettuate per le ricerche petrolifere esposti nelle pubblicazioni di PIERI & GROPPi (1981)¹ e CASSANO *ed altri* (1986)², nelle quali viene aggiornata la sintesi stratigrafica e strutturale dell'area e puntualizzati l'andamento, l'evoluzione e la cronologia degli eventi tettonici dei diversi comparti del bacino.

Dal punto di vista strutturale la Pianura Padana non costituisce una unità omogenea: fanno infatti parte del suo sottosuolo le pieghe più esterne dell'Appennino settentrionale e delle Alpi meridionali lombarde, l'avampaese comune alle due catene e, nel Veneto, l'avampaese delle Alpi meridionali orientali e della catena dinarica; su questi elementi è impostata l'avanfossa piocenico-quadernaria dell'Appennino.

In Fig. 1 è riportato un estratto della "Carta degli elementi tettonici significativi dell'area Padana centro-orientale", che mette in evidenza la presenza di un ampio bacino, fortemente subsidente ed attivo sin dal Plio-Pleistocene, che si estende tra Carpi e Cento di Ferrara, denominato "Bacino di Carpi" o meglio noto come "Sinclinale di Bologna-Bomporto-Reggio Emilia, collocata tra due grandi archi di pieghe, che costituiscono la porzione più esterna dell'Appennino settentrionale, rappresentati dalle "Zona delle pieghe pedeappenniniche", a sud, più prossime alla catena appenninica, e dalla "Dorsale di Ferrara", a nord; quest'ultima è caratterizzata da un'ampia struttura anticlinale molto evidente ed elevata, che corre da Massa Finalese a Mirandola, con direzione complessiva E/SE-N/NW e che, in corrispondenza di Novi di Modena e Correggio, subisce una decisa inflessione verso sud, con andamento SE-NW.

¹PIERI M. & GROPPi G. (1981) - *Subsurface geological structure of the Po Plain, Italy* - Pubbl. 414, P.F. Geodinamica, CNR, pp.23

²CASSANO E., ANELLI L., FICHERA R., CAPPELLI V. (1986) - *Pianura Padana. Interpretazione integrata di dati geofisici e geologici* - 73° Congresso Società Geologica Italiana, 29 Settembre - 4 ottobre 1986 Roma



Legenda: a) nucleo carbonatico, mesozoico sepolto; b) minimo dell'anomalia gravimetrica; c) accavallamento principale; d) faglia verticale; e) faglia diretta; f) faglia diretta trasversale al margine appenninico; g) limite tra rilievo e pianura; h) faglia di "Verona". B-B: traccia di sezione (rif. Fig. 6.5)

Fig. 1 - Carta degli elementi tettonici significativi dell'area Padana centro-orientale³

Lungo tali allineamenti, lo spessore dei depositi quaternari subisce una notevole riduzione, sino a poche decine di metri (80/90 m).

In termini generali ed in modo schematico possiamo individuare tre zone principali:

- "Zona delle pieghe pedeappenniniche", dal margine collinare alla Via Emilia, costituita da una successione di sinclinali ed anticlinali, con asse a vergenza appenninica, spesso fagliate e sovrascorse sul fianco Nord;
- "Zona della Sinclinale di Bologna-Bomporto-Reggio Emilia", dove i depositi quaternari raggiungono il loro massimo spessore per tutta la pianura Padana;
- "Zona della Dorsale Ferrarese", alto strutturale costituito da una serie di pieghe associate a faglie dove, in talune culminazioni, lo spessore del Quaternario si riduce a poche decine di metri.

Questo andamento ad archi di pieghe del fronte sepolto dell'Appennino, di messa in posto sempre più recente man mano si procede verso le aree più esterne, è da correlarsi con il movimento di rotazione della catena in senso antiorario, che genera raccorciamenti crostali di crescente intensità spostandosi dai settori occidentali a quelli orientali.

Per un quadro approfondito della tettonica padana e della genesi delle strutture arcuate al fronte delle pieghe, oltre alle pubblicazioni citate in precedenza, si rimanda al lavoro di CASTELLARIN *et alii* (1985)⁴.

Da un punto di vista sedimentario, la sedimentazione terziaria e quaternaria in quest'area della pianura è stata essenzialmente detritica, si sono cioè deposte serie clastiche di considerevole spessore e solo nel Messiniano si riscontra un episodio evaporitico; si possono riconoscere essenzialmente due cicli di sedimentazione, distinguendo una zona marginale, in

³ Tratta da: L. SERVA - (1990)

⁴ CASTELLARIN A., EVA C., GIGLIA G., VAI G.B. (1985) - *Analisi strutturale del Fronte Appenninico Padano* - Giorn. Geol., ser.3, 47, 47 - 75

cui ad una deposizione clastica grossolana succedono sedimenti prevalentemente argillosi ed una zona centrale, in cui prosegue una sedimentazione torbidityica indisturbata.

La deposizione sedimentaria presenta inoltre frequenti variazioni di facies, sia laterali che verticali, come risultato delle particolari condizioni strutturali venutesi a creare in vari settori della pianura in seguito all'evoluzione tettonica.

Alla deposizione della facies evaporitica miocenica superiore, corrisponde una fase di marcata regressione e ad essa si accompagna probabilmente una fase tettonica di notevole intensità.

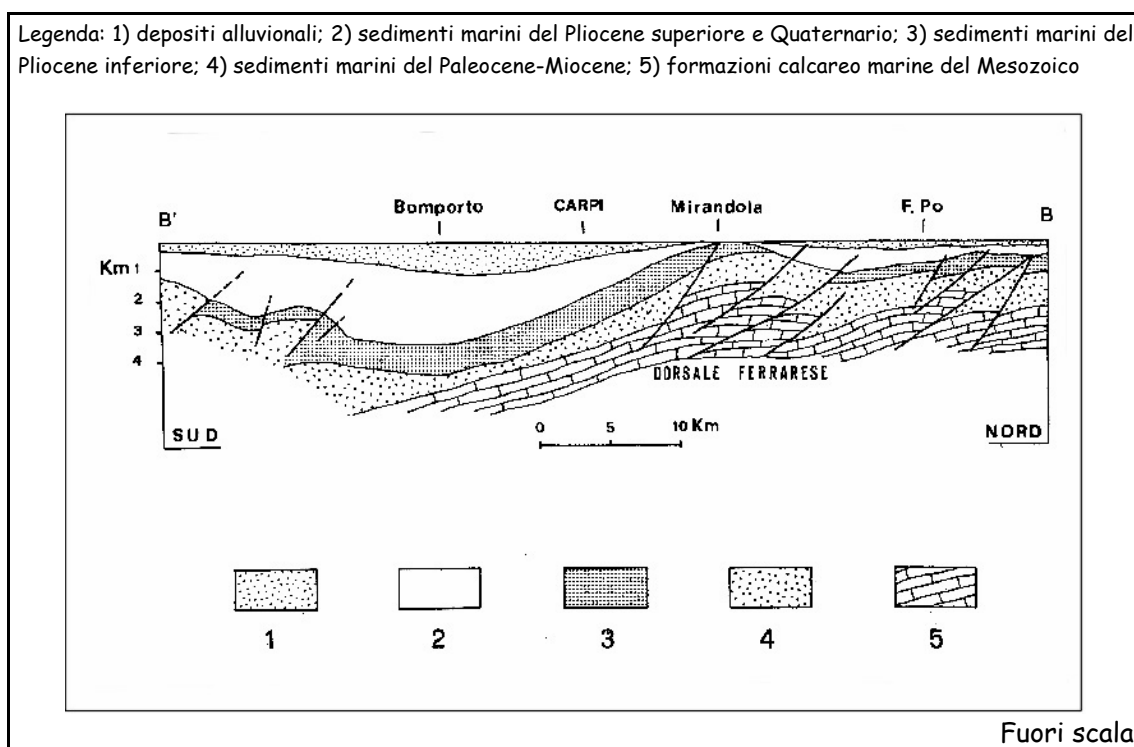


Fig. 2 - Sezione geologica schematica, indicativa della situazione strutturale profonda della bassa pianura modenese - Fonte: Pieri - (1980)

Il piegamento pedeappenninico e l'abbassamento del livello del mare, portano all'emersione delle culminazioni delle principali anticlinali, tra le quali la Dorsale Ferrarese, ove s'instaurano rilevanti processi erosivi che provocano la scomparsa di spessori anche notevoli di sedimenti.

Nel tardo Messiniano e nel Pliocene inferiore si manifesta un graduale innalzamento del livello delle acque del bacino, che porta al ristabilimento graduale delle condizioni che regnavano in precedenza; come conseguenza si ha la deposizione di successioni trasgressive su aree precedentemente emerse, mentre nelle zone sinclinali continuano a deporsi sedimenti torbidityici.

Al termine del Pliocene inferiore un'accentuata attività tettonica porta ad un nuovo piegamento e sollevamento dell'area e quindi all'accentuarsi di alcune strutture preesistenti; nelle aree altimetricamente più elevate, tra cui Camurana ed altri tratti della Dorsale Ferrarese, s'instaurano sensibili fenomeni erosivi.

Con il Pliocene medio inizia una nuova ingressione marina di limitata entità, che comporta la deposizione, nelle aree sinclinali, di depositi torbidityici grossolani.

Il Quaternario segna un abbassamento regionale all'interno del bacino padano, accentuandosi ulteriormente la subsidenza differenziale delle diverse strutture; la potenza dei sedimenti del Quaternario varia da oltre 1000 m nelle aree meridionali a meno di 200 m

o completa assenza, in quelle settentrionali. La diversità di spessore è imputabile alla marcata differenza di subsidenza cui l'area in oggetto è stata sottoposta durante il Quaternario.

Il Quaternario si chiude poi con una decisa regressione del dominio marino, con il passaggio da una sedimentazione di tipo marino, che caratterizza il Pliocene e parte del Pleistocene, ad una di tipo continentale, con il colmamento del golfo padano, che si trasforma progressivamente in pianura alluvionale attraverso l'accumulo di sedimenti fluviali e fluvio-glaciali, derivanti dal rapido smantellamento e modellamento delle catene montuose circostanti.

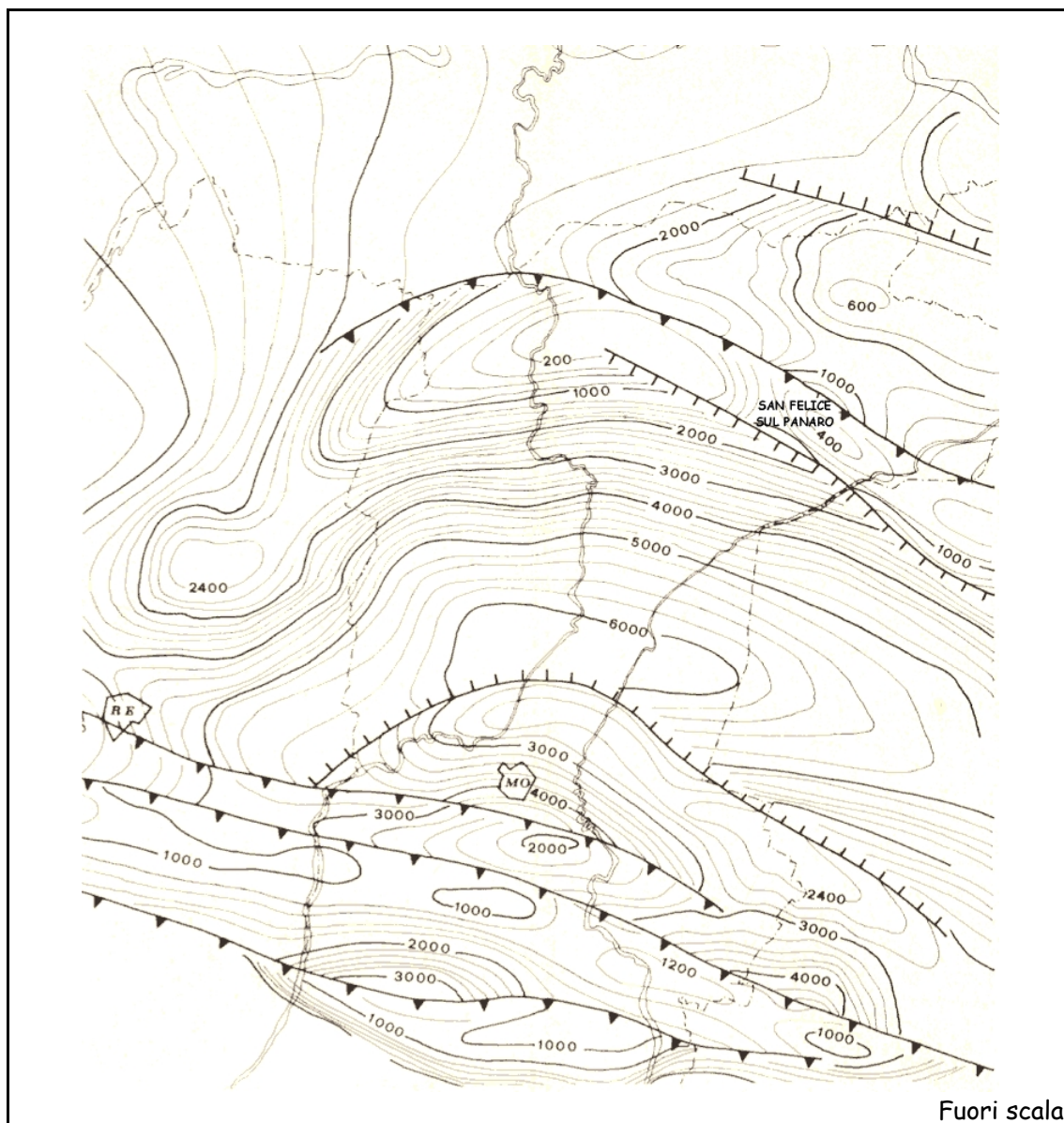


Fig. 3 - Carta delle isobate della base del Pliocene⁵

Focalizzando l'attenzione sulla zona in esame, si osserva in Fig. 3 che il territorio di Bomporto ricade nella zona della sinclinale omonima.

⁵ Fonte: M. PELLEGRINI, A. COLOMBETTI & A. ZAVATTI - *Idrogeologia profonda della pianura modenese - Quaderni dell'Istituto di ricerca sulle acque - C.N.R.*

Lo spessore della successione plio-quadernaria, cioè dei sedimenti che si sono depositati negli ultimi 5 milioni di anni (dalla base del Pliocene ad oggi) raggiunge in tale zona gli spessori massimi: sino a 6.000 m.

Il riempimento della Pianura Padana ad opera dello smantellamento delle catene alpina ed appenninica ha portato quindi all'accumulo di depositi dapprima marini e successivamente continentali di piana alluvionale in un bacino sedimentario che ha subito una notevole azione di subsidenza. Come già detto modalità e tempi di deposizione dei materiali sono stati controllati principalmente dalla tettonica e, dal Pliocene medio-superiore ad oggi, dall'evoluzione delle pieghe-faglie descritte in precedenza e schematizzate nelle figure riportate, segnalata anche in epoca storica dal graduale "sfuggire" della rete idrografica superficiale alla "dorsale ferrarese", come verrà meglio descritto nel paragrafo successivo. I movimenti tettonici, soprattutto quelli ad andamento verticale, sono quindi uno dei principali fattori di controllo dello sviluppo paleogeografico dell'area padana, influenzando direttamente morfologia e geometria dei corsi d'acqua, anche se non vanno dimenticati altri fattori determinanti dovuti alle oscillazioni climatiche, quali le variazioni del livello marino e del regime dei corsi d'acqua.

1.2 La stratigrafia della pianura

Per la ricostruzione stratigrafica del sottosuolo della pianura modenese si è fatto riferimento ai dati della Regione Emilia Romagna - Agip [1998] e di Amorosi e Farina [1994], Amorosi e Farina [1995], Elmi et al. [1984], Farina et al. [2001b]. Tali lavori sono stati eseguiti essenzialmente tramite correlazione su base litologica e geometrica di dati stratigrafici relativi a sondaggi esistenti e perforazioni a scopo principalmente idropotabile.

Secondo quanto proposto da Regione Emilia Romagna - Agip, 1998, vengono distinte (Fig. 4) 3 sequenze deposizionali (denominate supersintemi secondo la terminologia U.B.S.U):

- 1) Supersintema del Pliocene medio-superiore;
- 2) Supersintema del Quaternario Marino (che in realtà incomincia già dal Pliocene superiore);
- 3) Supersintema Emiliano Romagnolo suddiviso in inferiore e superiore.

Queste tre Sequenze deposizionali corrispondono ai cicli trasgressivo-regressivi P2, Qm,e Qc cartografati in affioramento da Ricci Lucchi et Al. (1982), esse costituiscono la risposta sedimentaria ad altrettante fasi tettoniche regionali.

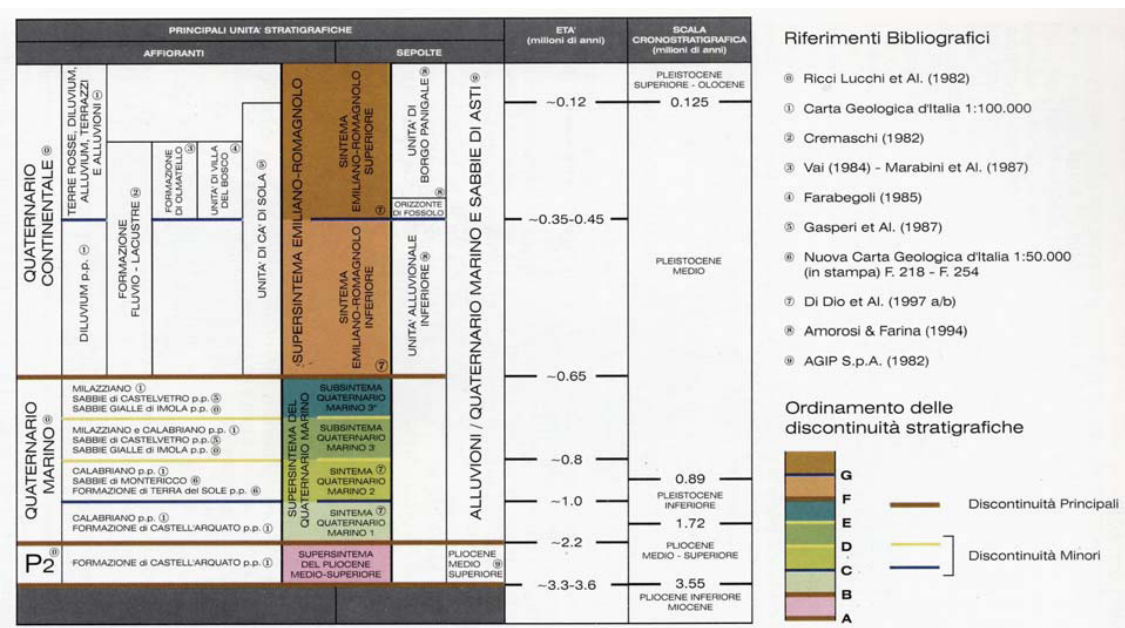


Fig. 4 - Inquadramento geologico-stratigrafico dell'Emilia-Romagna

Il Supersistema del Quaternario marino viene suddiviso a sua volta in 4 subsistemi. In figura 5 si riporta il profilo sismico interpretato della pianura Bolognese e Ferrarese desunto da Regione Emilia Romagna - Agip, 1998, che può essere preso a riferimento anche per la zona in esame, nel quale ben si evidenziano le unità stratigrafiche definite. Nel profilo il sistema Qm2 è stato accorpato al Qm1.

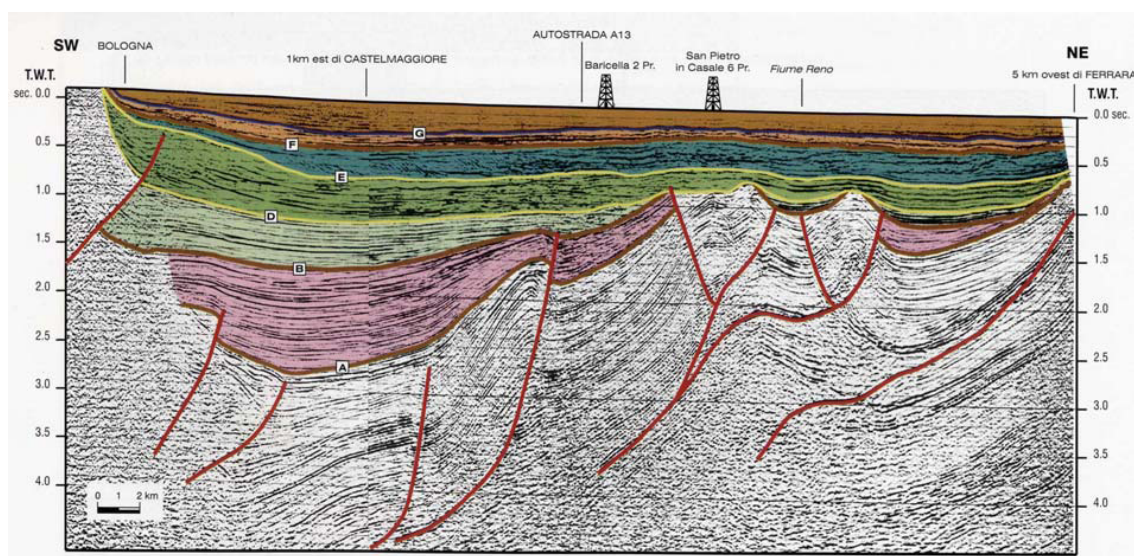


Fig. 5 - Profilo sismico interpretato della pianura bolognese

Lo spessore del ciclo Quaternario continentale, supera i 300 m [Francavilla et al., 1980; Ori, 1979], e va diminuendo procedendo verso Nord, in direzione di Ferrara, dove la base del Quaternario continentale si riscontra a qualche decina di metri di profondità dal piano campagna attuale [Pieri e Groppi, 1981]; è all'interno di tale unità che si sviluppano principalmente gli acquiferi captati ad uso idropotabile.

PRINCIPALI UNITA' STRATIGRAFICHE					ETA' (milioni di anni)	SCALA CRONOSTRATIGRAFICA (milioni di anni)	UNITA' IDROSTRATIGRAFICHE										
AFFIORANTI			SEPOLTE				GRUPPO ACQUIFERO	COMPLESSO ACQUIFERO									
QUATERNARIO CONTINENTALE	TERRE ROSSE, DILUVIUM, ALLUVIUM, TERRAZZI E ALLUVIONI	FORMAZIONE FLUVIO - LACUSTRE	UNITA' DI CA' DI SOLA	SUPERSISTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO	SISTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO SUPERIORE	UNITA' DI BORGO PANIGALE	ORIZZONTE DI FOSSOLO	~0.12	~0.125	PLEISTOCENE SUPERIORE - OLOCENE	A	A1					
	DILUVIUM p.p.											FORMAZIONE FLUVIO - LACUSTRE	UNITA' DI CA' DI SOLA	SISTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO INFERIORE	UNITA' ALLUVIONALE INFERIORE	A2	
																A3	
																A4	
		B1															
B2																	
	B3																
			B4														
		QUATERNARIO MARINO		MILAZZIANO SABBIE DI CASTELVETRO p.p. SABBIE GIALLE DI IMOLA p.p.	SUPERSISTEMA DEL QUATERNARIO MARINO	SUBSISTEMA QUATERNARIO MARINO 3'	~0.35-0.45	PLEISTOCENE MEDIO	B	C1							
MILAZZIANO e CALABRIANO p.p. SABBIE DI CASTELVETRO p.p. SABBIE GIALLE DI IMOLA p.p.				SUBSISTEMA QUATERNARIO MARINO 3'							~0.65	0.89	PLEISTOCENE INFERIORE	C2			
CALABRIANO p.p. SABBIE DI MONTERICCO FORMAZIONE DI TERRA del SOLE p.p.	SISTEMA QUATERNARIO MARINO 2			~0.8											1.72	C3	
CALABRIANO p.p. FORMAZIONE DI CASTELL'ARQUATO p.p.	SISTEMA QUATERNARIO MARINO 1		~1.0														C4
P ₂	FORMAZIONE DI CASTELL'ARQUATO p.p.																
				~3.3-3.6	3.55	PLIOCENE INFERIORE MIOCENE	ACQUITARDO BASALE										
				~3.9													

Fig. 6 - Quadro geologico-stratigrafico e idrostratigrafico Regione Emilia Romagna

Il Quaternario continentale viene suddiviso, secondo la definizione proposta da Regione Emilia Romagna - Agip, 1998 (Fig. 6), in due unità a contenuto grossolano, definite Ciclo A [Unità Alluvionale superiore di Amorosi e Farina, 1994] e Ciclo B [Unità Alluvionale Inferiore di Amorosi e Farina, 1994], dello spessore di circa 100-150 m, separate da corpi a deposizione francamente argillosa. In posizione sottostante è presente un ciclo C, riconosciuto recentemente a scala regionale, che può essere assimilato alla parte terminale del Quaternario marino Qm, e ne rappresenta l'espressione basale.

Nell'ambito della successione quaternaria continentale, le unità attraversate sono costituite, dal punto di vista litologico, essenzialmente da ghiaie e, subordinatamente, da peliti, più scarse appaiono le sabbie.

1.3 Geomorfologia

La caratterizzazione geomorfologia del territorio del Comune di Bomporto è stata eseguita sulla base della documentazione bibliografica esistente, che colloca il territorio in un quadro di riferimento a scala provinciale, dove gli elementi principali caratterizzanti la morfologia, sono rappresentati dalle forme e dai depositi fluviali.

In particolare, per l'elaborazione della carta della "Geomorfologia" effettuata nell'ambito del QC del Documento Preliminare, si è fatto riferimento ai seguenti studi:

- "Geomorfologia della pianura modenese e studio d'impatto ambientale del tracciato ferroviario ad alta velocità nel territorio di Castelfranco Emilia"⁹;
- "Geomorfologia ed evoluzione recente della Pianura Padana"⁶;
- "Carta Geomorfologia della Pianura Padana", AAVV;
- "Carta geomorfologica", Bergonzoni A. & Elmi C;

⁶CASTALDINI D. (1987) - F° 75 Mirandola: un esempio di cartografia geomorfologica - Atti della Riunione dei Ricercatori di Geologia, Milano

I contenuti emersi sono stati verificati con la cartografia aerea e attraverso l'analisi delle curve di livello (equidistanza 0.5 m), ricostruite tramite l'interpolazione grafica dei punti quotati del terreno naturale (si veda il paragrafo successivo "Microrilievo").

Tutte le forme del paesaggio riconosciute sul territorio in esame sono state rappresentate nella tavola QC.6/t2 "Geomorfologia" riportata in figura 7.

L'area in esame è caratterizzata dalla presenza di forme lineari rilevate, dette "dossi", corrispondenti ad alvei antichi od attuali pensili sulla pianura circostante e da zone morfologicamente depresse all'interno delle quali l'acqua tenderebbe a ristagnare, se non allontanata dai canali di bonifica. I dossi e i paleodossi sono di forma generalmente allungata e sinuosa, poco rilevanti e dolcemente raccordanti alle superfici adiacenti.

Con particolare riferimento alla cartografia prodotta, i dossi fluviali di maggiori dimensioni si riconoscono lungo gran parte del confine comunale orientale, con direzione approssimativamente NE-SO. Lungo il confine comunale occidentale, un lembo di dosso fluviale del Fiume Secchia separa, con direzione locale all'incirca NO-SE, Sozzigalli da Sorbara; in corrispondenza di Sorbara, un altro dosso mostra un andamento O-E, per poi deviare verso Solara con direzione NE-SO. Un dosso minore, a sud di Bomporto, mostra anch'esso un andamento O-E.

La distribuzione dei dossi e, più in generale, delle unità geomorfologiche degli argini naturali e dei bacini interfluviali ha condizionato e condiziona tuttora sia l'assetto idraulico di superficie che la distribuzione degli insediamenti antropici, soprattutto storici: le strutture rilevate (dossi), vere e proprie direttrici geomorfologiche, sono state infatti sede preferenziale dello sviluppo insediativo e viario, a causa della migliore difesa dalle esondazioni e delle migliori condizioni geotecniche dei terreni; al contrario le aree depresse, specie nelle zone di vera e propria conca, sono state sede di paludi ed acquitrini fino alla avvenuta bonifica.

Lo sviluppo planoaltimetrico dei dossi qui proposti, così come quello delle aree morfologicamente depresse di seguito richiamate, differisce a luoghi sensibilmente da quello proposto dal PTCP di Modena; le differenze sono da ricondurre al maggiore dettaglio di studio qui sviluppato, alle nuove possibili valutazioni offerte dal modello digitale del terreno messo a disposizione dalla RER ed alle conoscenze offerte dal recente studio sulla geomorfologia della pianura modenese eseguito dalla Dott.sa Giusti (2001) richiamato nel paragrafo successivo.

Altre tracce paleoidrografiche sono rappresentate dai "paleoalvei a livello della pianura". Si tratta di forme lineari sinuose, alla stessa quota del piano campagna circostante, che si rinvencono principalmente nella media pianura con direzione analoga a quella dei dossi. Visibili principalmente attraverso l'analisi delle fotografie aeree, consentono, insieme ai dossi, di ricostruire l'evoluzione nel tempo dell'idrografia.

Sono stati riportati anche i ventagli d'esondazione (o conoidi di rotta fluviale), ascrivibili ad episodi di esondazione dei principali corsi d'acqua e concentrati principalmente in corrispondenza dei loro alvei pensili.

Nelle cartografia è stato anche segnalato l'inizio del tratto arginato dei corsi d'acqua di maggiore importanza; qualora questo si posizioni al di fuori delle carte, il simbolo corrispondente è stato comunque disegnato al margine meridionale delle carte stesse.

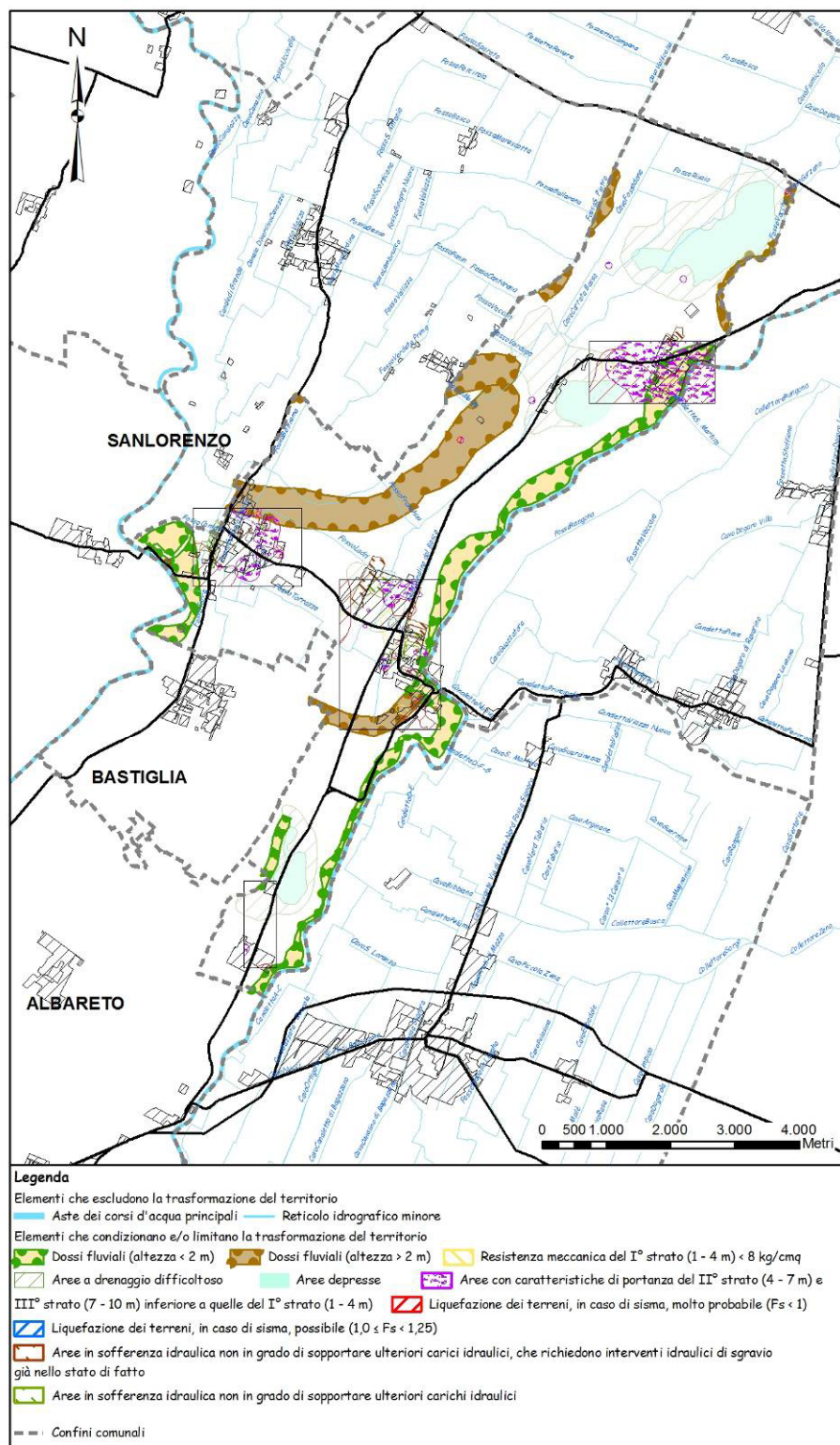


Fig. 7 - Carta geomorfologica (QC.6/t2) su base semplificata

Accanto alle zone morfologicamente rilevate sono state perimetrate le aree morfologicamente depresse a deflusso idrico difficoltoso e le aree a debolissima pendenza con deflusso idrico difficoltoso, dove le prime sono riconoscibili per la minori quote possedute rispetto alle aree circostanti e le seconde per il bassissimo gradiente

topografico. Esse rappresentano le aree di maggior rischio idraulico, non solo in caso di esondazione, ma anche nel caso di eventi pluviometrici di eccezionale durata e/o intensità, che possono mettere in crisi la rete scolante o produrre ristagni di acqua, specialmente laddove siano favoriti anche dalla scarsa permeabilità della litologia di superficie.

2 NEOTETTONICA E SISMICITA'

L'analisi neotettonica di un'area si esegue attraverso l'esame di una serie innumerevole di dati di natura geologica, morfotettonica, idrogeologica, e idrochimica, che concorrono a definire il regime tettonico di una zona, con l'individuazione di strutture geologiche rilevanti, per giungere eventualmente alla definizione del loro potenziale sismogenetico.

Sono già state precedentemente descritte le zone strutturalmente rilevanti, che caratterizzano la Pianura Padana, nel settore occupato dal territorio comunale di Bomporto. In particolare, il territorio della Provincia di Modena si sviluppa sostanzialmente a cavallo di una zona in sollevamento, rappresentata dalla catena appenninica (margine pedeappenninico poco a sud di Castelfranco Emilia) e di una zona in subsidenza, quella della pianura, corrispondente alla Pianura Padana; entrambe costituiscono settori che sono stati interessati da movimenti tettonici nel passato e tuttora in atto, come testimoniano le ricostruzioni stratigrafiche strutturali del Quaternario, la deposizione granulometrica dei depositi superficiali, l'andamento morfologico e l'evoluzione della rete idrografica.

Tali zone risultano infine separate da una fascia pedecollinare, sede di movimenti alterni.

Uno dei margini maggiormente attivi è sicuramente rappresentato dal margine pedeappenninico, che presenta un'evoluzione geodinamica inquadrabile in un unico regime tettonico, soprattutto quello a sud di Modena, dove le faglie trasversali, con componente trascorrente, dei fiumi Secchia e Panaro, si mostrano con maggior risalto; l'attività sismogenetica maggiore è collegata con meccanismi tettonici di accorciamento nella zona del fronte di accavallamento delle Liguridi, delle Epiliguridi e delle Unità Toscane. Tale fronte, in parte sepolto, ma anche a tratti emerso, presenta anche in campagna segni di tettonica attiva e recente, deformante anche i depositi quaternari. La fascia di montagna si può dividere in due subaree: l'una corrispondente alla collina ed alla media montagna, che presenta scarsa attività sismica e l'altra corrispondente alla zona di alta montagna con attività sismica di magnitudo anche elevata. Gli eventi sismici di tale zona hanno carattere tensionale e costituiscono il propagarsi dell'attività tettonica distensiva del sistema del versante tirrenico con faglie immergenti sia verso il Tirreno che verso la Pianura Padana.

Probabili dislocazioni recenti sono segnalabili anche nella bassa Pianura (Pellegrini M., 1976), in comune di Correggio, in corrispondenza del centro abitato; le cause di tale fenomeno non sono però ancora del tutto chiare ed inoltre non si hanno segni evidenti di una frattura del terreno. Risulta però chiaramente la presenza di una ridotta striscia di territorio caratterizzata da sensibili variazioni del gradiente della subsidenza (A. Gubellini, P. Russo: Controllo di una faglia nell'abitato di Correggio).

Altre manifestazioni tettoniche recenti sarebbero state evidenziate nelle aree di Massa Finalese e Mirandola, poco distanti dal territorio comunale.

Le aree descritte rappresentano quindi le zone con il maggior potenziale sismo-genetico; a tale proposito si rileva che nel margine appenninico, a sud-ovest di Modena, si sono verificati sismi con intensità massima, in tempi storici, del IX grado della scala MCS (Mercalli-Cancani-Sieberg), mentre tra le città di Parma e Reggio Emilia la massima intensità rilevata è stata pari all'VIII grado della scala MCS.

Anche per quanto riguarda la zona della dorsale ferrarese tra Reggio Emilia e Poggio Rusco, le massime intensità riscontrate risultano del VII grado della scala MCS e sono in gran parte collegate ad eventi con epicentri prossimi ai bordi nord-ovest e sud-est dell'alto strutturale.

Sulla base dei dati bibliografici a disposizione, l'area di studio sembrerebbe quindi ricadere in una zona discretamente sismica, anche se la scarsità di dati anteriori al 1900 rende poco significativa la casistica considerata; quello che emerge è comunque un territorio tettonicamente attivo, potenzialmente sismico, con sismicità debole o media, accertata a partire dal 1900, in cui probabilmente l'attività sismica non raggiungerà mai intensità catastrofiche, dal momento che l'energia accumulata nel sottosuolo tende ad essere liberata gradualmente, con movimenti lenti, inavvertibili ma continui ed eventualmente con sismi di bassa e media intensità (Gasperi e Pellegrini, 1981).

L'Emilia-Romagna è infatti interessata da una sismicità che può essere definita media relativamente alla sismicità nazionale, con terremoti storici di magnitudo massima compresa tra 5,5 e 6 della scala Richter e intensità del IX-X grado della scala Mercalli-Cancani-Sieberg (MCS).

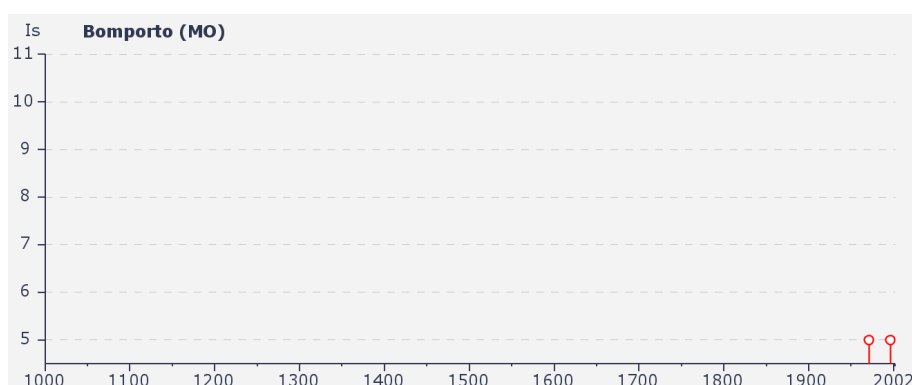
Per quanto riguarda, in particolare, la storia sismica della Provincia di Modena, nel "Catalogo dei Terremoti" del CNR, che raccoglie informazioni sui terremoti verificatisi dall'anno 1.000 ad oggi, vengono riportati oltre 500 sismi, di cui solo due (quello del 05/06/1501 e 20/07/1671) sono classificati con un'intensità pari al IX grado della Scala Mercalli.

In pratica Modena e la sua provincia, risulterebbero essere state interessate da effetti confrontabili al massimo con un VII grado della Scala Mercalli.

Nella tabella seguente viene riportato l'elenco dei sismi, con Intensità maggiore di 4 mcs, che hanno interessato il territorio comunale di Bomporto, reperiti dalla banca dati *on-line* dell'INGV. Dall'esame della stessa si può osservare che Bomporto è stato interessato, in epoca storica, da sismi con Intensità epicentrale (I_o) pari a 7-8 mcs ed Intensità sul sito (I_s) massima di 5 mcs.

Osservazioni disponibili: 5												
I_s	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Se	AE	I_o	Mw	Rt	Rt1	
5	1971	07	15	01	33	23	Parmense	8	0,25	CFTI	BOA997	
5	1996	10	15	09	55	60	CORREGGIO	7	0,24	INGVAM	INGVAM	
4	1957	08	27	11	54		ZOCCA	6	0,21	DOM	GDTSP	
4	1983	11	09	16	29	52	Parmense	7	0,22	CFTI	BOA000	
NF	1965	11	09	15	35		ALTA V. SECCHIA	5	0,21	DOM	CAA996	

tabella 1 - Storia sismica di Bomporto (MO) [44.727, 11.042]



3 LA NUOVA NORMATIVA SISMICA

Le normative nazionali (L. 741/1981, D.M. 14/01/2008) e regionali (L.R. 34/1984 e s.m.i., L.R. 20/2000, L.r. 3172002) richiedono che le Autonomie Locali promuovano studi e formulino indirizzi per la riduzione del rischio sismico, da applicare nelle diverse fasi della programmazione territoriale e pianificazione urbanistica.

La pericolosità di un'area può essere suddivisa in una pericolosità di base, data dalla sismicità dell'area ed in una pericolosità locale, data da aspetti locali del territorio.

La sismicità di un'area dipende dalle sorgenti sismogenetiche, dall'energia, dal tipo e dalla frequenza dei terremoti, aspetti che vengono comunemente indicati come "pericolosità sismica di base" e che sono presi in considerazione per definire le zone della classificazione sismica nazionale; da tali caratteristiche deriva il moto di input atteso, per il calcolo del quale non sono valutate le caratteristiche locali ed il territorio è considerato uniforme, cioè pianeggiante e costituito da suolo rigido in cui la velocità di propagazione delle onde S è maggiore di 800 m/s ("Suolo A" dell'Eurocodice 8, dell'OPCM 3274/2003 e del D.M. 14/01/2008 "Norme Tecniche per le costruzioni").

A seguito dell'entrata in vigore del D.M. 14/01/2008 (pubblicato nella Gazzetta Ufficiale del 04/02/2008, n. 29, S.O.) "Norme Tecniche per le Costruzioni" (NTC) che recepisce la nuova classificazione sismica nazionale (O.P.C.M. 3274/2003) tutti i comuni sono classificati sismici, con diverso grado di pericolosità sismica.

Con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio n. 3274 del 20 marzo 2003, "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per la costruzione in zona sismica", il Dipartimento della Protezione Civile (DPC) aveva di fatto adottato la nuova riclassificazione sismica nazionale con allegate, le nuove normative tecniche per gli edifici, i ponti e le opere di fondazione e di sostegno dei terreni, disciplinando la progettazione e la costruzione di nuovi edifici soggetti ad azioni sismiche, nonché la valutazione della sicurezza e gli interventi di adeguamento e miglioramento su edifici esistenti soggetti al medesimo tipo di azioni. Il sito di costruzione ed i terreni in esso presenti dovranno in generale essere esenti da rischi di instabilità dei pendii e di cedimenti permanenti causati da fenomeni di liquefazione o eccessivo addensamento in caso di terremoto. L'Ordinanza suddetta era entrata in vigore dall'8/05/2003, data di pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale.

La mappa della riclassificazione oltre ad aver utilizzato una base dati molto più ampia rispetto a quelle precedenti, presenta anche una più marcata continuità territoriale, che gli deriva dall'utilizzazione, oltre che dei risentimenti storici massimi misurati nei singoli comuni anche di leggi di attenuazione, che hanno determinato una maggiore omogeneità dei risultati.

La Regione Emilia Romagna con Deliberazione della G.R. N. 1435/2003 del 21.07.2003 ha approvato una nuova classificazione sismica dei Comuni della Regione, in ottemperanza alla suddetta Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (figura 8).

Questa nuova classificazione, è operante dallo 08.05.2004, conferma quella di cui alla citata Ordinanza.

Il territorio comunale di Bomporto, viene classificato in zona 3, quindi a bassa sismicità.

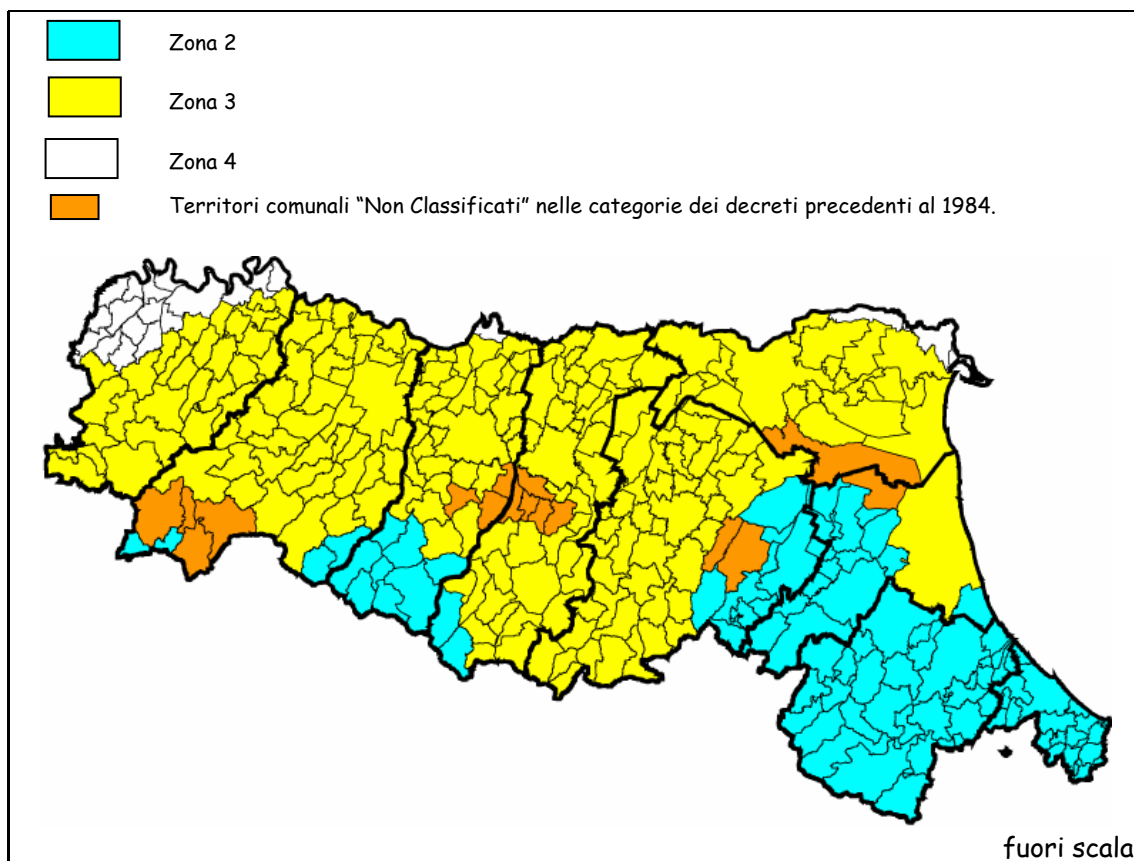


Fig. 8 - Nuova Classificazione Sismica dei Comuni della Regione Emilia Romagna Fonte: R.E.R

Con la nuova classificazione sismica (Ordinanza P.C.M. 3274 del 20/03/2003 e s.m.) il territorio nazionale è quindi stato suddiviso in 4 zone sismiche, a ciascuna delle quali è assegnato un intervallo di valori dell'accelerazione di picco orizzontale del suolo (a_g), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni; in particolare, per la determinazione delle azioni sismiche, risulta assegnato un valore (a_g / g), di ancoraggio dello spettro di risposta elastico, diverso per ogni zona sismica. I valori di a_g , espressi come frazione dell'accelerazione di gravità g , da adottare in ciascuna delle zone sismiche del territorio nazionale sono:

Zona	Valore di a_g
1	0,35g
2	0,25g
3	0,15g
4	0,05g

Il Comune di Bomporto ricade in zona sismica 3 a cui corrisponde un'accelerazione orizzontale massima convenzionale su suolo di categoria A, riferita ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni ed espressa come frazione dell'accelerazione di gravità g , pari a $a_g = 0,15g$.

Successivamente, l'Ordinanza PCM 3519/2006 ha indicato i "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone".

Accanto ad una sismicità di base, la sismicità di un'area risulta inoltre caratterizzata da una sismicità locale, in quanto il moto sismico in superficie può essere influenzato dalle condizioni geologiche e morfologiche locali; in particolare alcune forme e depositi del paesaggio possono amplificare il moto sismico e favorire fenomeni di instabilità dei terreni quali cedimenti, frane o fenomeni di liquefazione (effetti locali).

La zonazione del territorio sulla base della risposta sismica del terreno è perciò uno dei più importanti ed efficaci strumenti di definizione e rappresentazione della pericolosità sismica e quindi un'azione indispensabile per la prevenzione e riduzione del rischio sismico, dal momento che fornisce un contributo essenziale per l'individuazione delle aree a maggior pericolosità sismica. A tal riguardo la regione Emilia Romagna ha formulato indirizzi per la realizzazione degli studi di microzonazione sismica da realizzare nelle fasi di pianificazione territoriale (Del. dell'Assemblea Legislativa n. 112 del 2/5/2007), per il cui approfondimento si rimanda al capitolo seguente.

Per quanto riguarda le norme tecniche antisismiche da utilizzarsi nelle progettazioni, si precisa che in data 23/06/2009 è stata approvata la legge n. 77 del 24/06/2009, di conversione in legge del D.L. 39/2009, pubblicata sulla G.U. n. 147 del 27 giugno 2009 ed entrata in vigore in data 28 giugno 2009, nella quale l'art. 1bis si anticipa l'entrata in vigore al 1 luglio 2009 delle Norme Tecniche per le Costruzioni, di cui al D.M. 14/01/2008.

Con tale provvedimento è stata cancellata la proroga che rimandava l'applicazione del nuovo testo unico al 1 luglio del 2010, per la quale si potevano utilizzare ancora le norme precedenti. Pertanto le uniche norme operative sono quelle di cui al D.M. 14/01/2008, anche tenuto conto che nel mese di febbraio 2009 è stata pubblicata sulla G.U. la Circolare del Ministero delle Infrastrutture n. 617 del 02/02/2009, recante le "Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni".

Il D.M. 14/01/2008 stabilisce che l'accelerazione orizzontale massima del sito di riferimento non è più riferita ad una classificazione comunale, ma viene calcolata considerando le proprietà del sito in esame, utilizzando come riferimento le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento (NTC, TAB. 1 allegato "B" del D.M.).

Il suolo viene ancora suddiviso in 5 classi principali (A, B, C, D, E) più due categorie aggiuntive S1 e S2.

- A - *Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di $V_{s30} > 800$ m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
- B - *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti*, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica $N_{SPT} > 50$, nei terreni a grana grossa, o coesione non drenata $c_u > 250$ kPa nei terreni a grana fine).
- C - *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensate, o terreni a grana fine mediamente consistenti*, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 180 e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT} < 50$ nei terreni a grana grossa, $70 < c_u < 250$ kPa nei terreni a grana fine).
- D - *Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti*, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30} < 180$ m/s (ovvero $N_{SPT} < 15$, nei terreni a grana grossa, $c_u < 70$ kPa nei terreni a grana fine).
- E - *Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali*, con valori di V_{s30} simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con $V_{s30} > 800$ m/s.

- S1 - Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s30} < 100$ m/s (ovvero $10 < c_u < 70$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fine di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
- S2 - Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.

Nelle definizioni precedenti V_{s30} è la velocità media di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio e viene calcolata con la seguente espressione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

dove h_i e V_i indicano lo spessore (in metri) e la velocità delle onde di taglio dello strato i -esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 m superiori.

Ai fini della identificazione della categoria di sottosuolo, la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente V_{s30} di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità.

Nei casi in cui la misura diretta della V_{s30} non sia disponibile, la classificazione può essere effettuata in base ai valori del numero equivalente di colpi della prova penetrometrica dinamica N_{spt30} nei terreni prevalentemente a grana grossa e della resistenza non drenata equivalente C_{u30} nei terreni prevalentemente a grana fina.

Sulla base della categoria di suolo di appartenenza del terreno, l'Ordinanza introduce il parametro S , di amplificazione, che amplifica l'azione sismica di progetto per la categoria B, C, D e E, come di seguito riportato:

Categoria	S
A	1,00
B, C, E	1,25
D	1,35

4 ATTO DI INDIRIZZO PER GLI STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA IN EMILIA ROMAGNA PER LA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE E URBANISTICA

Nell'ambito della sicurezza del territorio e della difesa del suolo ricade la valutazione del rischio sismico che richiede una analisi dettagliata anche in relazione al nuovo quadro normativo regionale.

Con determinazione del D.G. Ambiente e Difesa del Suolo e della Costa n. 2750 del 5 marzo 2004 (prot. n. GEO/04/13434), è stato istituito un gruppo di lavoro, costituito da esperti di geologia regionale, geofisica, sismologia, geotecnica ed ingegneria in aree sismiche e da rappresentanti dell'ANCI Emilia Romagna e dell'UPI Emilia Romagna, per la stesura di indirizzi per studi di pericolosità sismica locale e microzonazione sismica, da applicarsi nell'ambito della realizzazione degli strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica; successivamente, con atto del Responsabile del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli n.

15026 del 19 ottobre 2005 si è provveduto all'integrazione del suddetto gruppo di lavoro, con esperti di pianificazione territoriale ed urbanistica.

L'attività di questo gruppo di lavoro si è concretizzata in una proposta di indirizzi per studi di microzonazione da realizzare nell'ambito degli strumenti di pianificazione.

Tale proposta *"Atto d'indirizzo ed ordinamento tecnico ai sensi dell'art. 16, c.1, della L.R. 20/2 per "Indirizzi per studi di microzonazione sismica in Emilia Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica"* è stata approvata dall'Assemblea Legislativa della Regione Emilia-Romagna con deliberazione n. 112 del 2 maggio 2007.

Tale adempimento regionale riveste particolare importanza sia con riferimento ai PTCP provinciali che ai Piani comunali in quanto si tratta di *"indirizzi vincolanti per la formazione dei piani territoriali e urbanistici relativi ai Comuni dichiarati sismici, al fine di farli corrispondere alle esigenze di riduzione del rischio sismico"*.

In particolare con l'approvazione dell'atto di indirizzo e coordinamento tecnico (ai sensi dell'art. 16, comma 1, della L.R. 20/2000) "Disciplina generale sulla tutela e l'uso del territorio", in merito a "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica", alle Amministrazioni locali è richiesta la definizione della pericolosità sismica locale, la compatibilità degli strumenti urbanistici con la pericolosità sismica del territorio e le indicazioni per la mitigazione del rischio sismico.

Gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica concorrono alla riduzione del rischio sismico, infatti, (art. A-2, comma 4, dell'Allegato alla LR 20/2000) attraverso analisi di pericolosità, vulnerabilità ed esposizione urbanistica ed orientano le proprie scelte localizzative, i possibili processi di trasformazione urbana e la realizzazione delle opere di interesse pubblico verso scenari di prevenzione e mitigazione del rischio sismico.

A tal fine, il quadro conoscitivo degli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica, deve perseguire lo scopo di migliorare la conoscenza delle componenti che determinano il rischio sismico, nonché fornire criteri di scelta finalizzati alla prevenzione e alla riduzione dello stesso, secondo un approccio graduale e programmatico alle varie scale e ai vari livelli di pianificazione.

Pertanto, nel definire il quadro conoscitivo, gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica devono avere riguardo alle parti di territorio interessate dai rischi per le opere e le attività umane determinate anche dalla pericolosità sismica.

Queste conoscenze della pericolosità sismica potenziale del territorio consentono alla pianificazione di evitare l'insorgenza di nuovi rischi attraverso la localizzazione di interventi in aree esposte a minor pericolo.

Scopo dell'atto di indirizzo di cui sopra, è quello di fornire i criteri per l'individuazione delle aree soggette ad effetti locali e per la microzonazione sismica del territorio in modo da orientare le scelte della pianificazione verso aree caratterizzate da minore pericolosità sismica.

Lo studio della pericolosità di base e della pericolosità locale hanno come obiettivo:

- l'individuazione delle aree dove in occasione dei terremoti attesi possono verificarsi effetti locali;
- la stima quantitativa della risposta sismica locale dei depositi e delle morfologie presenti nell'area di indagine ("Analisi della Risposta Sismica Locale", RSL);
- la suddivisione del territorio in sottozone a diversa pericolosità sismica locale ("Microzonazione Sismica", MZS).

I risultati dell'analisi della pericolosità sismica locale e della microzonazione sismica, contenuti nel quadro conoscitivo, devono essere applicati nella redazione degli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica.

Gli studi di risposta sismica locale e microzonazione sismica vanno condotti a diversi livelli di approfondimento a seconda delle finalità e delle applicazioni nonché degli scenari di pericolosità locale.

Si identificano due fasi di analisi con diversi livelli di approfondimento.

La prima fase è diretta a definire gli scenari di pericolosità sismica locale, cioè ad identificare le parti di territorio suscettibili di effetti locali (amplificazione del segnale sismico, cedimenti, instabilità dei versanti, fenomeni di liquefazione, rotture del terreno, ecc.).

L'individuazione delle aree soggette ad effetti locali si basa su rilievi, osservazioni e valutazioni di tipo geologico e geomorfologico, svolte a scala territoriale, associati a raccolte di informazioni sugli effetti indotti dai terremoti passati. Tale analisi viene svolta soprattutto mediante elaborazione dei dati disponibili in sede di elaborazione del PTCP e del PSC e concorre alla definizione delle scelte di piano, fornendo prime indicazioni sui limiti e le condizioni per la pianificazione nelle suddette aree.

La seconda fase ha come obiettivo la microzonazione sismica del territorio indagato con due livelli di approfondimento (analisi semplificata, 2° livello di approfondimento e analisi approfondita, 3° livello di approfondimento); l'analisi deve essere condotta almeno per le aree già urbanizzate o indicate come suscettibili di urbanizzazione, ricadenti nelle aree potenzialmente soggette ad effetti locali individuate nella 1° fase.

Nell'analisi del secondo livello verranno indagate:

- a) le *aree pianeggianti* e sub-pianeggianti, incluse le zone di fondovalle appenniniche, con stratificazione orizzontale e sub-orizzontale, e sui versanti stabili con acclività $\leq 15^\circ$ in cui il deposito ha spessore costante si ritiene sufficiente un'analisi semplificata (secondo livello di approfondimento), cioè l'analisi della pericolosità locale può essere basata, oltre che sull'acquisizione di dati geologici e geomorfologici più dettagliati di quelli rilevati nel primo livello, su prove geofisiche in sito e su prove geotecniche di tipo standard. Il numero delle verticali indagate deve essere tale da consentire un'adeguata caratterizzazione geotecnica spaziale dei terreni e delle formazioni presenti nell'area di studio;
- b) un'analisi più approfondita (terzo livello di approfondimento) è invece richiesta nei seguenti casi :
 - *aree soggette a liquefazione e densificazione;*
 - aree instabili e potenzialmente instabili;
 - aree in cui le coperture hanno spessore fortemente variabile, come ad esempio nelle aree pedemontane e di fondovalle a ridosso dei versanti;
 - aree in cui è prevista la realizzazione di opere di rilevante interesse pubblico.

L'analisi approfondita richiede un significativo numero di prove geofisiche e geotecniche, sia in sito che in laboratorio, rivolte alla definizione del comportamento dei terreni sotto sollecitazione dinamica.

In queste parti del territorio la pericolosità potrebbe essere molto elevata e perciò deve essere attentamente valutata la possibilità di renderle suscettibili di trasformazione urbanistica.

4.1 Primo livello di approfondimento

Il Piano Strutturale Comunale (PSC), attuando gli indirizzi previsti dalla pianificazione sovraordinata, deve realizzare una nuova cartografia della pericolosità sismica locale, ad una scala di maggior dettaglio, individuando le parti del territorio caratterizzate dai differenti scenari di pericolosità sismica locale.

In particolare, le analisi individuano le seguenti parti del territorio:

- aree che non necessitano di approfondimento, in quanto si ritiene il pericolo assente o trascurabile: si tratta di parti di territorio per le quali gli studi di primo livello non hanno individuato specifiche controindicazioni all'urbanizzazione o alla modifica di destinazione d'uso;
- aree che necessitano di una seconda fase di approfondimento al fine di valutare la pericolosità sismica, suddivise in:
 - aree oggetto di un'analisi semplificata (secondo livello di approfondimento - punto 2a - disposizioni generali);
 - aree oggetto di un'analisi approfondita (terzo livello di approfondimento - punto 2b - disposizioni generali).

Sulla base della medesima carta comunale, le disposizioni del PSC forniscono indirizzi e prescrizioni necessari alla pianificazione operativa POC e attuativa PUA, nonché al Regolamento Urbanistico ed Edilizio (RUE), per le parti del territorio che risultano maggiormente esposte a pericolosità sismica

Per il PSC dovrà quindi essere approfondita e integrata la carta provinciale realizzando:

1. "Carta comunale delle aree suscettibili di effetti locali", secondo quanto previsto nell'Allegato A1 dell'Atto di indirizzi della RER. Nella carta comunale devono essere chiaramente indicate le aree che dovranno essere oggetto delle indagini di successivo e ulteriore approfondimento.
2. Cartografie di base (geologica, geomorfologia, litologica, dello spessore delle coperture e della profondità della falda) e i profili geo-litologici utilizzati per la realizzazione.

In sede di DP il primo livello di approfondimento è stato affrontato partendo dalla cartografia provinciale appositamente prodotta a supporto del PTCP della Provincia di Modena che aveva affrontato il tema della pericolosità sismica locale nell'ambito della stesura del Quadro Conoscitivo redatto per la formazione del PTCP vigente (approvato con Del. di C.P. n. 46 del 18/03/2009), producendo la "Carta delle aree potenzialmente soggette ad effetti locali per eventi sismici" (Tav. 2a) in scala 1:25.000 e la Carta dei depositi del sottosuolo che possono influenzare il moto sismico in superficie" (Tav. 2b); tali cartografie

Dalla sintesi della cartografia di analisi prodotta nel QC, appositamente verificata e integrata, è poi derivata un'ulteriore cartografia delle aree suscettibili di effetti locali ("Carta provinciale delle aree suscettibili di effetti locali" in scala 1:25.000).

In particolare, nella "Carta delle aree potenzialmente soggette ad effetti locali", di cui nelle figure 9a e 9b si riporta uno stralcio relativamente al territorio comunale, sono indicati i singoli elementi, gli effetti attesi e gli studi necessari per la valutazione di tali effetti.

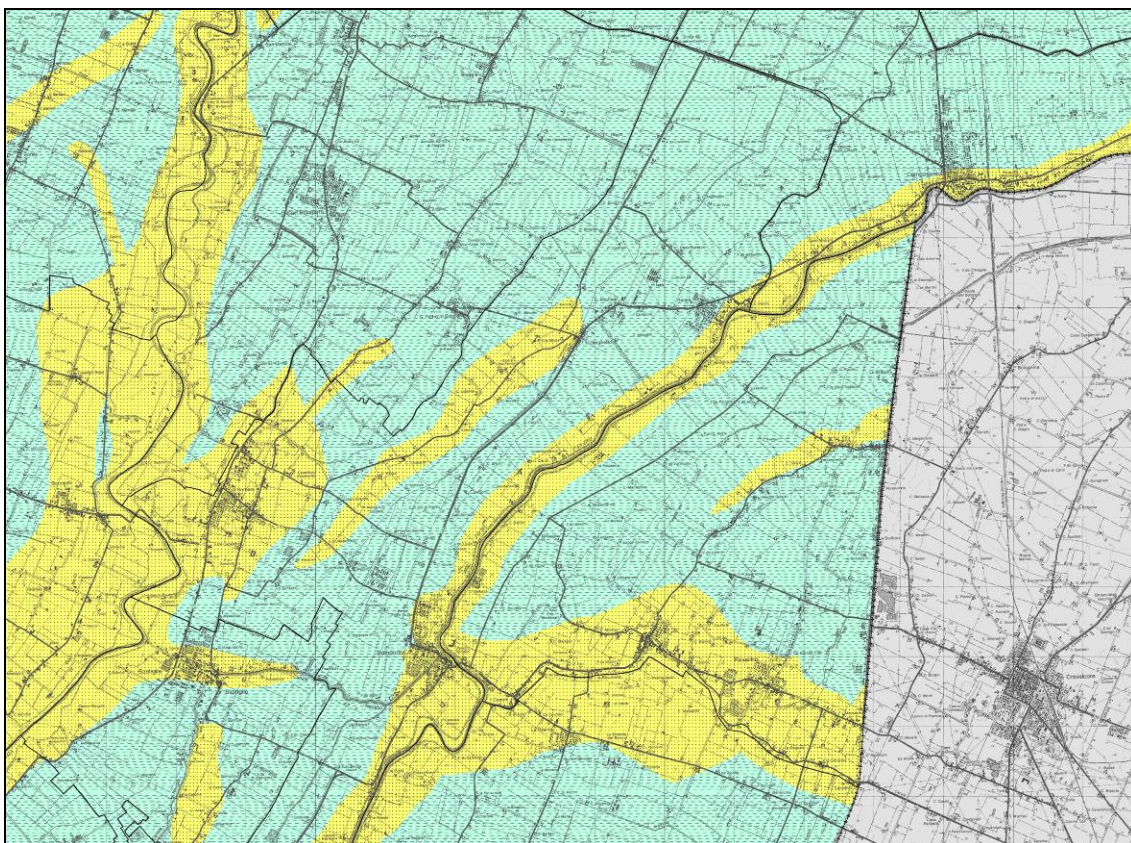


Fig. 9a - Carta delle aree potenzialmente soggette ad effetti locali (estratto Tav. 2a-2 Quadro Conoscitivo - PTCP vigente)

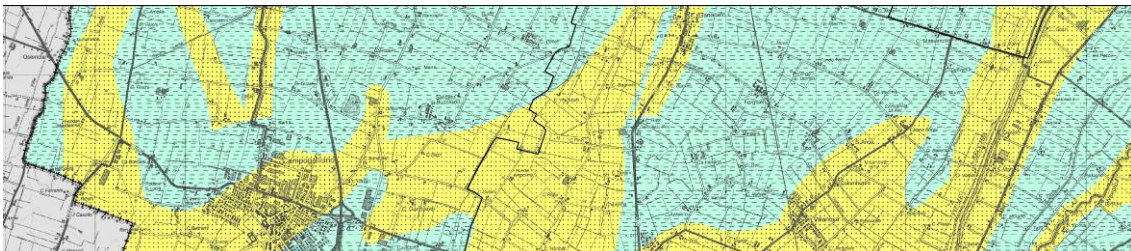


Fig. 9b - Carta delle aree potenzialmente soggette ad effetti locali (estratto Tav. 2a-5 Quadro Conoscitivo - PTCP vigente)

VOCI DI LEGENDA	
Depositi che possono determinare effetti locali	
	ghiaie di conoide effetti attesi: amplificazione; studi: valutazione amplificazione
	sabbie di canale effetti attesi: amplificazione, potenziale liquefazione e cedimenti; studi: valutazione amplificazione, stima del rischio di liquefazione e dei cedimenti attesi
	limi e argille (peliti) di piana alluvionale effetti attesi: amplificazione, possibili cedimenti; studi: valutazione amplificazione e stima dei cedimenti attesi
	sabbie sepolte del Po effetti attesi: amplificazione, potenziale liquefazione e cedimenti; studi: valutazione amplificazione, stima del rischio di liquefazione e dei cedimenti attesi
	territorio interessato dalla cartografia serie 1b (scala 1:10.000)
LIMITI AMMINISTRATIVI	
	Limite di Regione
	Limite di Provincia
	Limite di Comune

In pianura sono state rappresentate le aree con diverse litologie affioranti, essenzialmente sulla base della granulometria prevalente:

1. Sono state rappresentate le Zone in cui affiorano terreni prevalentemente ghiaiosi; sono zone potenzialmente soggette ad amplificazione e quindi in queste aree dovrà essere valutato il coefficiente di amplificazione.
2. Vengono indicate le Aree in cui sono presenti depositi prevalentemente sabbiosi, dati da riempimenti di canale alluvionale; la presenza di sabbie, soprattutto se incoerenti e ben classate, nei primi 20 m dal p.c. e della falda acquifera a profondità inferiore a 15 m dal p.c. costituiscono caratteri predisponenti al verificarsi del fenomeno della liquefazione in caso di forti scosse sismiche (magnitudo uguale o maggiore di 5). In queste zone, pertanto, dovranno essere valutati, oltre all'amplificazione anche il potenziale di liquefazione e gli eventuali cedimenti.
3. Sono state rappresentate le Zone in cui affiorano terreni prevalentemente limosi ed argillosi di piana alluvionale; sono zone potenzialmente soggette ad amplificazione e cedimenti, pertanto in queste aree dovrà essere valutato il coefficiente di amplificazione e stimati i cedimenti.
4. Viene rappresentata la Zona di distribuzione delle sabbie sepolte del Po prossime alla superficie (profondità < 20 m), con tetto della falda acquifera prossimo alla superficie (< 15 m). La presenza nel sottosuolo di condizioni descritte nella classe 4, anche se non affioranti, è stata segnalata, con apposito sovrassegno, perchè tali condizioni potrebbero favorire il fenomeno della liquefazione. In queste zone, pertanto, come nelle aree di sabbie affioranti, dovranno essere valutati, oltre all'amplificazione, anche il potenziale di liquefazione e gli eventuali cedimenti.

La "Carta delle aree suscettibili di effetti locali" (Tavola 2_2a del PTCP vigente), ha l'obiettivo di perseguire la riduzione del rischio sismico e di agevolare gli adempimenti dei Comuni in materia sismica con riguardo alla trasformazione a fini edificatori delle previsioni urbanistiche. La Carta identifica scenari di pericolosità sismica locale con riguardo all'intero territorio provinciale, concorre alla definizione delle scelte di piano fornendo prime indicazioni sui limiti e le condizioni per la pianificazione di scala comunale e rappresenta un riferimento necessario per la Valutazione di Sostenibilità Ambientale e Territoriale preventiva delle singole scelte di pianificazione.

Di seguito (Fig. 10a e 10b) si riporta un estratto, che comprende l'area comunale, della "Carta provinciale delle aree suscettibili di effetti locali" in scala 1:25.000 (Tav. 2_2a-02 e 2_2a-05).

LEGENDA

7	Area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziale liquefazione <u>studi*</u>: valutazione del coefficiente di amplificazione litologico, del potenziale di liquefazione e dei cedimenti attesi; <u>microzonazione sismica**</u>: approfondimenti di III livello.
8	Area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziali cedimenti <u>studi*</u>: valutazione del coefficiente di amplificazione litologico e dei cedimenti attesi; <u>microzonazione sismica**</u>: sono ritenuti sufficienti approfondimenti di II livello per la valutazione del coefficiente di amplificazione litologico e sono richiesti approfondimenti di III livello per la stima degli eventuali cedimenti.
9	Area potenzialmente non soggetta ad effetti locali <u>studi*</u>: indagini per caratterizzare V_{s30}; in caso V_{s30} maggiore/uguale di 800 m/s non è richiesta nessuna ulteriore indagine, in caso V_{s30} minore di 800 m/s è richiesta la valutazione del coefficiente di amplificazione litologico; <u>microzonazione sismica**</u>: non richiesta nel primo caso, nel secondo caso approfondimenti del II livello; nelle aree prossime ai bordi superiori di scarpate o a quote immediatamente superiori agli ambiti soggetti ad amplificazione per caratteristiche topografiche, lo studio di microzonazione sismica deve valutare anche gli effetti della topografia.

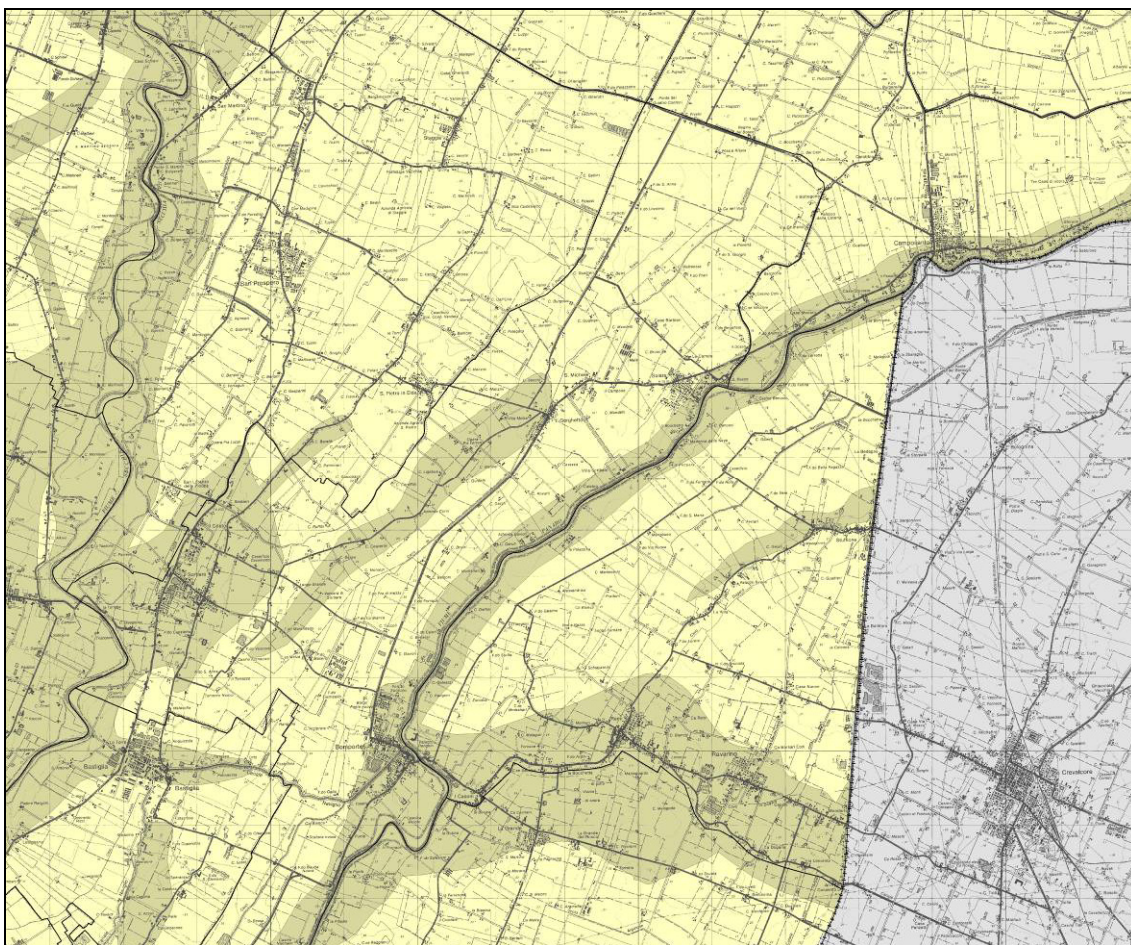


Fig. 10a - Carta provinciale delle aree suscettibili di effetti locali (estratto Tav. 2_2a-02 - PTCP 2009)

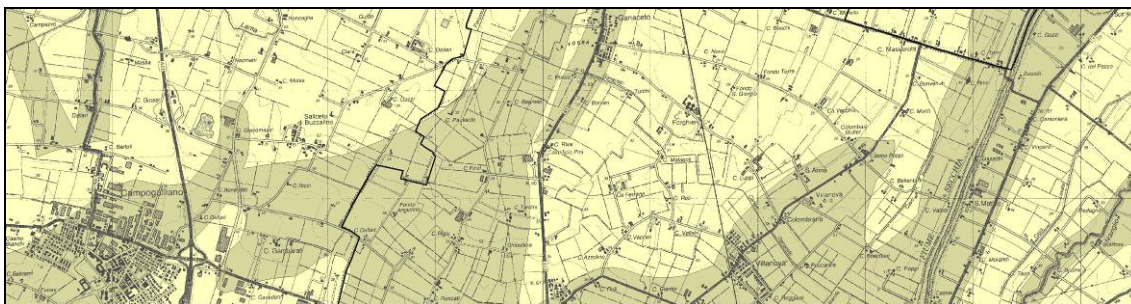


Fig. 10b - Carta provinciale delle aree suscettibili di effetti locali (estratto Tav. 2_2a-5 - PTCP 2009)

Con riferimento alla pericolosità sismica, è necessario tenere presente che alcune caratteristiche fisiche del territorio possono amplificare gli effetti in superficie dei terremoti e costituire aspetti predisponenti per fenomeni di instabilità dei terreni, quali cedimenti e frane.

L'aumento dei risentimenti sismici (amplificazione) per condizioni locali, i cedimenti per liquefazione e addensamenti e l'instabilità dei versanti causati da un terremoto vengono comunemente definiti "effetto di sito" o "effetti locali".

Dal momento che il territorio comunale di Bomporto si colloca, dal punto di vista geografico, nella media-bassa pianura modenese, gli effetti di sito riguarderanno esclusivamente problemi relativi ad amplificazione per condizioni litostratigrafiche locali ed a cedimenti per liquefazione ed addensamenti dei terreni causati da un evento sismico.

Per definire la pericolosità sismica locale e gli effetti di sito, con valutazioni ancorchè parziali della risposta sismica locale, si è optato in questa sede di fare riferimento alle indagini geognostiche esistenti, di cui si è trattato ampiamente nel paragrafo precedente. In questa sede viene pertanto eseguita una ricognizione dei possibili rischi connessi ad effetti locali attraverso l'analisi dei dati esistenti, in successive fasi d'intervento l'occorrenza di tali fenomeni andrà valutata puntualmente con opportune indagini geognostiche il cui scopo sarà anche quello di classificare il terreno di fondazione nelle categorie individuate dall'ordinanza.

4.2 Secondo livello di approfondimento - analisi semplificata

Un'analisi semplificata è richiesta e ritenuta sufficiente, per gli ambiti suscettibili di urbanizzazione e per gli interventi sul territorio urbanizzato, nelle aree pianeggianti e sub-pianeggianti, incluse le zone di fondovalle appenniniche, con stratificazione orizzontale e sub-orizzontale, e sui versanti stabili con acclività $\leq 15^\circ$, in cui il deposito ha spessore costante.

Tale analisi ha lo scopo di valutare l'effettivo grado di pericolosità sismica locale per l'elaborazione della carta di microzonazione. Questa fornisce indicazioni essenziali per l'elaborazione e approvazione del PSC e delle sue varianti indicando:

- quali ambiti di riqualificazione e nuovo insediamento possano essere attuati senza la necessità di eseguire nuove indagini;
- quali ambiti di riqualificazione e nuovo insediamento siano subordinati allo svolgimento di ulteriori indagini di cui al punto 4.2.

In aggiunta agli elaborati previsti nella prima fase, devono essere prodotti

- Carta di microzonazione sismica alla scala 1:5.000 o 1:2.000 delle parti di territorio indagate;
- i coefficienti di amplificazione sismica per ciascuna delle aree individuate nella "Carta comunale delle aree suscettibili di effetti locali", ottenuti impiegando le tabelle e le formule dell'Allegato A2 (A2.1 e A2.2) dell'Atto di indirizzi della RER, che permettono di calcolare i fattori di amplificazione sismica rispetto ad un suolo di riferimento. Questi fattori sono espressi sia in termini di rapporto di accelerazione massima orizzontale (PGA/PGA_0) sia di rapporto di Intensità di Housner (SI/SI_0) per prefissati intervalli di periodo, dove PGA_0 e SI_0 sono rispettivamente l'accelerazione orizzontale e l'intensità di Housner al suolo di riferimento, definiti per ogni comune, ricavabili dal data base regionale, e PGA e SI sono le corrispondenti grandezze di accelerazione massima orizzontale e l'intensità di Housner calcolate alla superficie dei siti esaminate.

I valori desunti dalle tabelle ricomprese nell'allegato all'atto di indirizzi regionale, possono essere sovrastimati; tali valori possono essere sostituiti dai risultati di valutazioni della risposta sismica locale, ottenuti con le procedure previste dal terzo livello di approfondimento.

4.3 Terzo livello di approfondimento - analisi approfondita

Un'analisi più approfondita è richiesta, come indicato in precedenza, per le aree che si trovino nelle seguenti situazioni:

- a) aree soggette a liquefazione e densificazione;
- b) aree instabili e potenzialmente instabili;

c) aree in cui le coperture hanno spessore fortemente variabile, come ad esempio nelle aree pedemontane e di fondovalle a ridosso dei versanti;

d) aree in cui è prevista la realizzazione di opere di rilevante interesse pubblico.

Questo livello di analisi è quindi finalizzato a valutare l'effettivo grado di pericolosità sismica locale delle aree instabili e potenzialmente instabili, di quelle soggette a liquefazione e densificazione sempre ai fini della redazione della carta di microzonazione.

Gli ambiti per i quali è richiesta l'attuazione di questo terzo livello di approfondimento, fermo restando le aree in cui è prevista la realizzazione di opere di rilevante interesse pubblico, attraverso il primo livello di analisi, devono, pertanto, essere già individuati nel PTCP, nella "Carta delle aree suscettibili di effetti locali".

A corredo devono essere prodotti anche i risultati delle prove per la definizione del modello geologico del sottosuolo e per la caratterizzazione geotecnica dei terreni sia in campo statico che dinamico.

Qualora gli strumenti di pianificazione consentano la realizzazione di opere nelle aree instabili, in quelle potenzialmente instabili e in quelle soggette a rischio di liquefazione e densificazione, dovranno essere forniti elaborati di quantificazione dei potenziali movimenti franosi e dei cedimenti attesi.

Tali valutazioni dovranno essere supportate da prove sperimentali in sito e in laboratorio e dovranno essere condotte in conformità ai principi e ai metodi della Geotecnica Sismica. Nell'Allegato A3 sono indicate alcune procedure di riferimento.

Nella relazione dovranno essere descritti in dettaglio i procedimenti e i codici di calcolo utilizzati e i risultati delle prove sperimentali in sito e in laboratorio.

Dovranno essere chiaramente specificati anche i criteri per la definizione del bedrock sismico.

E' obbligatorio usare come segnale di input per il calcolo degli effetti locali gli accelerogrammi disponibili nel citato sito internet della Regione Emilia-Romagna.

5 VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE DEL TERRITORIO DEL COMUNE DI BOMPORTO

5.1 Cartografie e dati di base

Per le valutazioni che seguiranno sulla pericolosità sismica locale del territorio del Bomporto si è fatto riferimento alla dettagliata cartografia geomorfologica, litologica, piezometrica e geologica, contenuta nello studio geologico del Quadro Conoscitivo redatta dallo scrivente.

Essendo tali informazioni già contenute e descritte dettagliatamente nella documentazione del QC redatto nel 2008, in questa sede vengono semplicemente citate e, laddove utile alla comprensione delle valutazioni eseguite, sinteticamente riassunte.

Tra i dati esistenti sono stati di particolare utilità: la carta delle litologie superficiali, la carta geomorfologica, le carte della piezometria e della soggiacenza, le carte della resistenza meccanica dei terreni (per le aree su cui esistevano dati di questo tipo) e tutte le informazioni di carattere strutturale contenute nella reazione descrittiva.

Nella predisposizione della "Carta delle aree suscettibili di effetti locali" comunale, è stato poi fondamentale il reperimento dei dati e delle informazioni precedentemente acquisiti in occasione di indagini di settore o per la predisposizione di strumenti di pianificazione, sia regionale, sia provinciale; in particolare:

- lo "Studio della pericolosità sismica delle Province di Modena e Reggio Emilia" realizzato dal Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Modena e Reggio Emilia (2001);
- la cartografia contenuta nel QC del PTCP della Provincia di Modena approvato nel 2009.

A tali informazioni già disponibili, si sono aggiunte quelle derivate da una apposita campagna geognostica eseguita da Intergeo nel mese di giugno 2010 (prove penetrometriche statiche) e dallo Studio CentroGeo, sempre nel mese di giugno 2010 (indagini sismica Re.Mi. e HVSR).

Tale campagna geognostica è stata condotta eseguendo, in corrispondenza di ambiti che il PSC individuava idonei per la localizzazione di nuovi insediamenti residenziali e produttivi, 15 sondaggi penetrometrici e 12 verticali sismiche Re.Mi. In corrispondenza di tutte le verticali Re.Mi. sono stati eseguiti anche rilievi HVSR per il riconoscimento delle frequenze fondamentali dei terreni.

Per ottimizzare le risorse a disposizione le indagini sono state collocate in corrispondenza di zone che una prima analisi geomorfologica e litotecnica, eseguita sui dati disponibili, ha fatto ritenere o poco indagate o caratteristiche di ambiti più vasti.

5.2 Indagine geognostica

In riferimento alla nuova classificazione sismica del territorio nazionale: D.M. 14/01/2008 e della Delibera dell'Assemblea Legislativa R.E.R. n° 112 del 02-03-2007, per determinare i principali parametri meccanici dei terreni presenti ed i parametri fondamentali per la caratterizzazione sismica degli ambiti comunali soggetti alle analisi di microzonazione sismica, sono state eseguite:

- 12 prospezioni geofisiche con metodo sismico passivo Refraction Microtremor (Re.Mi.), per la rilevazione della velocità di propagazione delle onde di taglio Vs.

- 12 acquisizioni di microtremori ambientali per successiva elaborazione con metodo HVSR.
- 15 prove penetrometriche statiche CPT.

L'ubicazione delle prove è riportata nelle carte elaborate, mentre le schede delle indagini sono riportate in coda alla relazione. Per gli ambiti ARR_I, ARR_II e ARS_II, sono state utilizzate le verticali penetrometriche d'archivio, poiché ricadenti all'interno dei perimetri d'ambito; i rispettivi tabulati sono anch'essi riportati in coda alla relazione.

5.2.1 *Prospezioni Refraction Microtremor (Re.Mi.)*

Le indagini Re.Mi. si sono effettuate utilizzando un sismografo digitale a 24 canali ad elevata dinamica GEOMETRICS GEODE, attrezzato con 24 geofoni verticali con frequenza propria di 4,5 Hz, disposti ad interasse di 3,0 m per una lunghezza totale di stendimento di 69 m.

L'acquisizione dei microtremori ambientali viene eseguita effettuando 10 ÷ 20 registrazioni della durata di 30 sec con una frequenza di campionamento di 500 Hz. Nei casi di assenza di rumori ambientali "naturali", questi possono essere provocati tramite il passaggio di automezzi.

L'elaborazione del segnale consiste nell'operare, tramite un opportuno software, una trasformata bidimensionale "*slowness-frequency*" (*p-f*) che analizza l'energia di propagazione del rumore in entrambe le direzioni della linea sismica e nel rappresentare lo spettro di potenza su un grafico *p-f*. Gli spettri delle singole acquisizioni vengono quindi mediati, escludendo eventualmente quelli che presentano una bassa coerenza.

In tale spettro mediato risaltano gli andamenti che possiedono sia una spiccata coerenza di fase che una potenza significativa, ed è possibile un riconoscimento visivo delle onde di superficie (che hanno carattere dispersivo), da quelle riconducibili ad altri modi e tipi (onde di superficie di ordine superiore, onde di pressione, suono e rumore incoerente).

A questo punto è possibile effettuare un "*picking*", attribuendo ad un certo numero di punti una o più *slowness* (*p* o *1/velocità di fase*) ed ottenendo una "*curva di dispersione*".

Tale curva viene plottata su un diagramma in cui appare anche una curva di dispersione calcolata a partire da un modello di Vs che è modificabile in sede di elaborazione. Variando il numero di strati, la loro velocità e la densità, la curva di dispersione calcolata viene adattata sino ad aderire il più possibile a quella sperimentale ottenuta con il picking.

I risultati ottenuti ed i relativi diagrammi di elaborazione sono riportati nelle allegate schede "*indagine Re.Mi.*", riportante lo spettro di potenza mediato, la curva di dispersione, sia sperimentale che calcolata, ed il relativo modello interpretativo, schematicamente riportati di seguito.

Stendimento sismico ReMi 1

Profondità da p.c. (m)	Vs (m/sec)
0,0 ÷ 15	170
15 ÷ 17,5	150
17,5 ÷ 26,5	250
26,5 ÷ 33	290
33 ÷ 40	330

Stendimento sismico ReMi 2

Profondità da p.c. (m)	Vs (m/sec)
0,0 ÷ 0,5	140
0,5 ÷ 2,5	100
2,5 ÷ 20	190
20 ÷ 29	320
29 ÷ 45	250
45 ÷ 50	460

Stendimento sismico ReMi 3

Profondità da p.c. (m)	Vs (m/sec)
0,0 ÷ 3	340
3 ÷ 6	130
6 ÷ 25	220
25 ÷ 35	200
35 ÷ 50	410

Stendimento sismico ReMi 4

Profondità da p.c. (m)	Vs (m/sec)
0,0 ÷ 4,5	140
4,5 ÷ 10	290
10 ÷ 26	170
26 ÷ 29	320
29 ÷ 50	330

Stendimento sismico ReMi 5

Profondità da p.c. (m)	Vs (m/sec)
0,0 ÷ 1	330
1 ÷ 3,5	100
3,5 ÷ 22	210
22 ÷ 24	310
24 ÷ 50	410

Stendimento sismico ReMi 6

Profondità da p.c. (m)	Vs (m/sec)
0,0 ÷ 3	150
3 ÷ 12	160
12 ÷ 23	300
23 ÷ 40	270
40 ÷ 60	430

Stendimento sismico ReMi 7

Profondità da p.c. (m)	Vs (m/sec)
0,0 ÷ 3,5	160
3,5 ÷ 5,5	220
5,5 ÷ 17	240
17 ÷ 22	230
22 ÷ 36	210
36 ÷ 60	400

Stendimento sismico ReMi 8

Profondità da p.c. (m)	Vs (m/sec)
0,0 ÷ 6,0	130
6,0 ÷ 7,5	200
7,5 ÷ 14	280
14 ÷ 18	200
18 ÷ 34	290
34 ÷ 50	570

Stendimento sismico ReMi 9

Profondità da p.c. (m)	Vs (m/sec)
0,0 ÷ 5	190
5 ÷ 11,5	150
11,5 ÷ 24	190
24 ÷ 34	210
34 ÷ 40	300

Stendimento sismico ReMi 10

Profondità da p.c. (m)	Vs (m/sec)
0,0 ÷ 4,5	120
4,5 ÷ 12	200
12 ÷ 29	360
29 ÷ 38	240
38 ÷ 50	420

Stendimento sismico ReMi 11

Profondità da p.c. (m)	Vs (m/sec)
0,0 ÷ 12	180
12 ÷ 25	280
25 ÷ 28	200
28 ÷ 32	180
32 ÷ 50	390

Stendimento sismico ReMi 12

Profondità da p.c. (m)	Vs (m/sec)
0,0 ÷ 4,5	220
4,5 ÷ 6,5	80
6,5 ÷ 21	310
21 ÷ 25	230
25 ÷ 40	520

Identificazione categoria suolo di fondazione

I dati acquisiti dalle rilevazioni effettuate denotano che i primi 30 m del sottosuolo, soggiacenti la quota del piano fondale degli edifici (considerato approssimativamente in 1,0 m p.c.) sono contraddistinti da velocità di propagazione delle onde di taglio Vs, profondità e spessori, come riportato nelle seguenti tabelle:

Stendimento sismico ReMi 1

orizzonte sismostratigrafico	Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Vs (m/sec)
1	1,0 ÷ 2,5	1,5	120
2	2,5 ÷ 7,7	5,2	150
3	7,7 ÷ 12,9	5,2	310
4	12,9 ÷ 15,7	2,8	170
5	15,7 ÷ 31	15,3	350

Stendimento sismico ReMi 2

orizzonte sismostratigrafico	Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Vs (m/sec)
1	1,0 ÷ 5,4	4,4	140
2	5,4 ÷ 10,8	5,4	215
3	10,8 ÷ 12,0	1,2	180
4	12,0 ÷ 19,2	7,2	290
5	19,2 ÷ 31	11,8	285

Stendimento sismico ReMi 3

orizzonte sismostratigrafico	Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Vs (m/sec)
1	1,0 ÷ 2,9	1,9	110
2	2,9 ÷ 8,1	5,2	170
3	8,1 ÷ 9,6	1,5	360
4	9,6 ÷ 14,5	4,9	310
5	14,5 ÷ 31	16,5	390

Stendimento sismico ReMi 4

orizzonte sismostratigrafico	Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Vs (m/sec)
1	1,0 ÷ 2,9	1,9	130
2	2,9 ÷ 8,0	5,1	190
3	8,0 ÷ 14,6	6,6	340
4	14,6 ÷ 19,0	4,4	160
5	19,0 ÷ 31	12,0	400

Stendimento sismico ReMi 5

orizzonte sismostratigrafico	Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Vs (m/sec)
1	1,0 ÷ 1,3	0,3	60
2	1,3 ÷ 7,0	5,7	160
3	7,0 ÷ 8,3	1,3	230
4	8,3 ÷ 13,4	5,1	205
5	13,4 ÷ 19,6	6,2	260
6	19,6 ÷ 31	11,4	350

Stendimento sismico ReMi 6

orizzonte sismostratigrafico	Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Vs (m/sec)
1	1,0 ÷ 2,3	4,4	105
2	2,3 ÷ 7,0	5,4	140
3	7,0 ÷ 16,2	1,2	300
4	16,2 ÷ 31	7,2	440

Stendimento sismico ReMi 7

orizzonte sismostratigrafico	Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Vs (m/sec)
1	1,0 ÷ 1,9	0,9	135
2	1,9 ÷ 2,8	0,9	110
3	2,8 ÷ 3,9	1,1	120
4	3,9 ÷ 7,4	3,5	190
5	7,4 ÷ 8,7	1,3	380
6	8,7 ÷ 18,0	9,3	250
7	18,0 ÷ 27,3	9,3	400
8	27,3 ÷ 31	3,7	375

Stendimento sismico ReMi 8

orizzonte sismostratigrafico	Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Vs (m/sec)
1	1,0 ÷ 4,7	3,7	120
2	4,7 ÷ 15,8	11,1	230
3	15,8 ÷ 23,5	7,7	390
4	23,5 ÷ 30,2	6,7	210
5	30,2 ÷ 31	0,8	490

Stendimento sismico ReMi 9

orizzonte sismostratigrafico	Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Vs (m/sec)
1	1,0 ÷ 2,0	1,0	70
2	2,0 ÷ 8,7	6,7	170
3	8,7 ÷ 11,6	2,9	480
4	11,6 ÷ 18,3	6,7	200
5	18,3 ÷ 31	12,7	410

Stendimento sismico ReMi 10

orizzonte sismostratigrafico	Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Vs (m/sec)
1	1,0 ÷ 5,5	4,5	130
2	5,5 ÷ 15,0	9,5	210
3	15,0 ÷ 22,9	7,9	280
4	22,9 ÷ 31	8,1	355

Stendimento sismico ReMi 11

orizzonte sismostratigrafico	Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Vs (m/sec)
1	1,0 ÷ 4,8	3,8	125
2	4,8 ÷ 8,0	3,2	430
3	8,0 ÷ 14,1	6,1	205
4	14,1 ÷ 25,5	11,4	380
5	25,5 ÷ 31	5,5	265

Stendimento sismico ReMi 12

orizzonte sismostratigrafico	Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Vs (m/sec)
1	1,0 ÷ 7,7	6,7	140
2	7,7 ÷ 14,0	6,3	390
3	14,0 ÷ 20,2	6,2	670
4	20,2 ÷ 31	10,8	280

La definizione del valore V_{s30} , velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio nei primi 30 m del sottosuolo, si è calcolata mediante la relazione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,n} \frac{h_i}{v_i}}$$

dove:

h_i = spessore dello strato i -esimo, m

v_i = velocità onde di taglio strato i -esimo, m/sec

ottenendo:

ReMi 1	$V_{s30} = 199 \text{ m/s}$
ReMi 2	$V_{s30} = 209 \text{ m/s}$
ReMi 3	$V_{s30} = 206 \text{ m/s}$
ReMi 4	$V_{s30} = 195 \text{ m/s}$
ReMi 5	$V_{s30} = 220 \text{ m/s}$
ReMi 6	$V_{s30} = 221 \text{ m/s}$
ReMi 7	$V_{s30} = 219 \text{ m/s}$
ReMi 8	$V_{s30} = 224 \text{ m/s}$
ReMi 9	$V_{s30} = 183 \text{ m/s}$
ReMi 10	$V_{s30} = 245 \text{ m/s}$
ReMi 11	$V_{s30} = 216 \text{ m/s}$
ReMi 12	$V_{s30} = 257 \text{ m/s}$

Dalle parametrizzazioni sopra esposte risulta che i litotipi che formano i primi 30 m del sottosuolo, sono attribuibili a:

- **Categoria C:** Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

5.2.1 *Analisi dei microtremori con la tecnica HVSr*

Nei siti si è svolta un'acquisizione di microtremori ambientali mediante un sismometro SR04MT/S3 ad elevata dinamica (24 bits) attrezzato con geofono tridirezionale da 2,0 Hz di frequenza propria.

L'acquisizione è stata effettuata campionando il segnale a 100 Hz per una durata di circa 60 minuti.

Tali dati sono stati elaborati con la tecnica HVSr (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*). L'ipotesi alla base della metodologia è che essendo i microtremori causati prevalentemente dalle onde di Rayleigh, la componente verticale del moto non subisce fenomeni di amplificazione in corrispondenza di marcati contrasti di impedenza sismica, mentre detto fenomeno avviene per le componenti orizzontali, soprattutto in corrispondenza della frequenza fondamentale di risonanza (F_0) dei terreni indagati. Eseguendo quindi il rapporto tra gli spettri di frequenza orizzontale e verticale (H/V) si ottiene un grafico in cui si evidenziano le frequenze in cui si hanno i maggiori effetti di amplificazione locale.

L'elaborazione HVSr dei dati acquisiti ha evidenziato i risultati riportati nelle allegate schede "*Indagine HVSr*" in cui la linea nera continua in grassetto evidenzia la media delle finestre di calcolo, mentre le linee tratteggiate rappresentano l'intervallo di confidenza al 90% rispetto alla media calcolata.

I risultati ottenuti sono schematicamente riportati di seguito:

Acquisizione HVSr 1

Dall'esame dei dati risulta un picco di amplificazione alla frequenza di 0,75 Hz.

In fase esecutiva è quindi necessario accertare che le strutture in progetto non abbiano frequenze di vibrazione propria corrispondenti a:

0,75 Hz (1,33 sec)

al fine di evitare effetti di doppia risonanza terreno - struttura.

Acquisizione HVSr 2

Dall'esame dei dati risulta un picco di amplificazione alla frequenza di 0,9 Hz.

In fase esecutiva è quindi necessario accertare che le strutture in progetto non abbiano frequenze di vibrazione propria corrispondenti a:

0,9 Hz (1,11 sec)

al fine di evitare effetti di doppia risonanza terreno - struttura.

Acquisizione HVSr 3

Dall'esame dei dati risultano picchi di amplificazione alle frequenze di 0,4 e 0,8 Hz.

In fase esecutiva è quindi necessario accertare che le strutture in progetto non abbiano frequenze di vibrazione proprie corrispondenti a:

0,4 e 0,8 Hz (2,5 - 1,25 sec)

al fine di evitare effetti di doppia risonanza terreno - struttura.

Acquisizione HVSr 4

Dall'esame dei dati risulta un picco di amplificazione alla frequenza di 0,9 Hz.

In fase esecutiva è quindi necessario accertare che le strutture in progetto non abbiano frequenze di vibrazione propria corrispondenti a:

0,9 Hz (1,11 sec)

al fine di evitare effetti di doppia risonanza terreno - struttura.

Acquisizione HVSr 5

Dall'esame dei dati risulta un picco di amplificazione alla frequenza di 0,85 Hz.

In fase esecutiva è quindi necessario accertare che le strutture in progetto non abbiano frequenze di vibrazione propria corrispondenti a:

0,85 Hz (1,18 sec)

al fine di evitare effetti di doppia risonanza terreno - struttura.

Acquisizione HVSr 6

Dall'esame dei dati risulta un picco di amplificazione alla frequenza di 0,95 Hz.

In fase esecutiva è quindi necessario accertare che le strutture in progetto non abbiano frequenze di vibrazione propria corrispondenti a:

0,95 Hz (1,05 sec)

al fine di evitare effetti di doppia risonanza terreno - struttura.

Acquisizione HVSr 7

Dall'esame dei dati risulta un picco di amplificazione alla frequenza di 0,95 Hz.

In fase esecutiva è quindi necessario accertare che le strutture in progetto non abbiano frequenze di vibrazione propria corrispondenti a:

0,95 Hz (1,05 sec)

al fine di evitare effetti di doppia risonanza terreno - struttura.

Acquisizione HVSr 8

Dall'esame dei dati risulta un picco di amplificazione alla frequenza di 0,80 Hz.

In fase esecutiva è quindi necessario accertare che le strutture in progetto non abbiano frequenze di vibrazione propria corrispondenti a:

0,80 Hz (1,25 sec)

al fine di evitare effetti di doppia risonanza terreno - struttura.

Acquisizione HVSr 9

Dall'esame dei dati risulta un picco di amplificazione alla frequenza di 1,00 Hz.

In fase esecutiva è quindi necessario accertare che le strutture in progetto non abbiano frequenze di vibrazione propria corrispondenti a:

1,00 Hz (1,00 sec)

al fine di evitare effetti di doppia risonanza terreno - struttura.

Acquisizione HVSr 10

Dall'esame dei dati risulta un picco di amplificazione alla frequenza di 0,90 Hz.

In fase esecutiva è quindi necessario accertare che le strutture in progetto non abbiano frequenze di vibrazione propria corrispondenti a:

0,90 Hz (1,11 sec)

al fine di evitare effetti di doppia risonanza terreno - struttura.

Acquisizione HVSr 11

Dall'esame dei dati risulta un picco di amplificazione alla frequenza di 0,95 Hz.

In fase esecutiva è quindi necessario accertare che le strutture in progetto non abbiano frequenze di vibrazione propria corrispondenti a:

0,95 Hz (1,05 sec)

al fine di evitare effetti di doppia risonanza terreno - struttura.

Acquisizione HVSr 12

Dall'esame dei dati risulta un picco di amplificazione alla frequenza di 0,95 Hz.

In fase esecutiva è quindi necessario accertare che le strutture in progetto non abbiano frequenze di vibrazione propria corrispondenti a:

0,95 Hz (1,05 sec)

al fine di evitare effetti di doppia risonanza terreno - struttura.

5.2.3 Indagini CPT

Per l'analisi delle caratteristiche litologiche e meccaniche dei terreni presenti nel sottosuolo delle aree in studio, sono state eseguite n. 15 prove penetrometriche statiche CPT

Le prove, la cui ubicazione è riportata nelle tavole, sono state eseguite utilizzando un penetrometro statico olandese Gouda da 10 tonnellate, automontato, impiegando per la perforazione una punta "Friction Penetr Cone", avente un'area di 10 cm² ed un angolo alla punta di 60°.

L'interpretazione dei risultati è stata eseguita distinguendo fra terreni granulari con prevalenza di sabbia, per i quali possono essere ricavati tramite questa prova, con correlazioni empiriche di vari autori, l'angolo d'attrito, la compressibilità drenata e la densità relativa, ed i terreni coesivi con prevalenza di argilla, per i quali è possibile valutare la resistenza al taglio non drenata, la compressibilità, la sensitività ed il grado di sovraconsolidazione.

Nei tabulati di calcolo, allegati alla presente, sono stati riportati, oltre ai valori misurati in sito ogni 20 cm d'avanzamento della punta, i valori, calcolati mediante elaborazione automatica, della resistenza penetrometrica alla punta RP espressi in kg/cm², i valori della resistenza laterale locale RL, sempre espressi in kg/cm², nonché i valori del rapporto fra la resistenza alla punta e la resistenza laterale locale RP / RL.

Nel diagramma penetrometrico, invece, per semplicità di lettura, sono state riportate solamente due curve e precisamente:

- a sinistra, la curva della resistenza penetrometrica alla punta (RP: pressione di rottura del terreno), espressa in kg/cm²;
- a destra, la curva del rapporto fra la resistenza alla punta e la resistenza laterale locale (RP / RL: rapporto di Begemann).

In corrispondenza dei punti di prova si è discretizzato il terreno indagato in livelli caratterizzati da valori di Rp e Rl relativamente costanti per tutto lo spessore dello strato.

Infine, sono stati calcolati i principali parametri geotecnici medi associati agli strati utilizzando le correlazioni empiriche proposte da vari autori.

Legenda:

q_c	Resistenza media alla punta
γ (t/m ³)	Peso dell'unità di volume del terreno.
C_u (kg/cm ²)	Coesione non drenata nei terreni coesivi. Per la valutazione approssimata della resistenza al taglio in condizioni non drenate si è utilizzata la relazione di De Beer
Φ°	Angolo di attrito interno efficace per terreni granulari. E' stata considerata la correlazione di Meyerhof.
M_o (kg/cm ²)	Modulo di deformazione edometrico per terreni coesivi si è utilizzata la relazione di Mitchell e Gardner CL, per terreni granulari la relazione di Robertson e Campanella.

Di seguito si riportano i dati ottenuti dalle elaborazioni.

CPT n. 1

Profondità base strato (m)	Q_c (kg/cm ²)	f_s (kg/cm ²)	Descrizione litologica dello strato	γ (t/m ³)	C_u (kg/cm ²)	Φ (°)	M_o (kg/cm ²)
0,40	--	--	Stima non eseguibile	--	--	--	--
4,60	7,94	0,24	Argille sabbiose e limose	1,81	0,40	20,57	39,70
5,80	11,45	0,49	Argilla limosa di media consistenza	1,87	0,57	--	57,25
6,80	6,94	0,27	Argilla limosa di media consistenza	1,77	0,35	--	55,52
9,00	10,06	0,34	Argille sabbiose e limose	1,84	0,50	21	50,30
10,00	20,58	0,48	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi	1,89	1,03	26	51,45
10,60	14,18	0,49	Argille sabbiose e limose	1,9	0,71	23	70,90
11,80	11,61	0,44	Argilla limosa di media consistenza	1,87	0,58	--	58,05
12,00	19,66	1,33	Argilla limosa molto compatta	1,96	0,98	--	98,30
15,00	30,33	1,28	Argille sabbiose e limose	2,03	1,52	30	75,82
Profondità della falda (m): -1,1							

CPT n. 2

<i>Profondità base strato (m)</i>	<i>Qc (kg/cm²)</i>	<i>fs (kg/cm²)</i>	<i>Descrizione litologica dello strato</i>	<i>γ (t/m³)</i>	<i>Cu (kg/cm²)</i>	<i>Φ (°)</i>	<i>Mo (kg/cm²)</i>
0,40	--	--	Stima non eseguibile	--	--	--	--
9,40	8,83	0,32	Argilla limosa di media consistenza	1,82	0,44	--	44,15
10,60	65,12	0,58	Sabbie	1,95	--	45	110,70
15,00	29,01	1,33	Argille sabbiose e limose	2,02	1,45	30	72,53
Profondità della falda (m): -1,2							

CPT n. 3

<i>Profondità base strato (m)</i>	<i>Qc (kg/cm²)</i>	<i>fs (kg/cm²)</i>	<i>Descrizione litologica dello strato</i>	<i>γ (t/m³)</i>	<i>Cu (kg/cm²)</i>	<i>Φ (°)</i>	<i>Mo (kg/cm²)</i>
0,40	--	--	Stima non eseguibile	--	--	--	--
1,40	7,39	0,35	Argilla limosa di media consistenza	1,81	0,37	--	36,95
2,40	11,13	0,43	Argilla limosa di media consistenza	1,87	0,56	--	55,65
8,00	14,71	0,48	Argille sabbiose e limose	1,89	0,74	23	73,55
8,60	15,91	0,58	Argille sabbiose e limose	1,92	0,80	24	79,55
9,40	14,81	0,67	Argilla limosa compatta	1,9	0,74	--	74,05
10,60	9,78	0,4	Argilla limosa di media consistenza	1,82	0,49	--	48,90
15,40	26,45	1,3	Argilla limosa molto compatta	1,99	1,32	--	66,13
19,40	41,07	1,89	Argille sabbiose e limose	2,08	2,05	35	102,67
21,40	25,68	1,05	Argille sabbiose e limose	1,99	1,28	28	64,20
23,00	16,37	0,67	Argille sabbiose e limose	1,89	0,82	24	81,85
24,00	51,31	0,88	Sabbie	1,94	--	40	87,23
28,00	18,86	0,73	Argille sabbiose e limose	1,91	0,94	25	94,30
28,20	56,0	0,8	Sabbie	1,9	--	42	95,20
28,80	38,0	1,29	Argille sabbiose e limose	2,04	1,90	34	95,00
29,40	60,09	0,98	Sabbie	1,9	--	43	102,15
30,00	21,47	0,76	Argille sabbiose e limose	1,93	1,07	26	53,67
Profondità della falda (m): non rilevata							

CPT n. 4

<i>Profondità base strato (m)</i>	<i>Qc (kg/cm²)</i>	<i>fs (kg/cm²)</i>	<i>Descrizione litologica dello strato</i>	<i>γ (t/m³)</i>	<i>Cu (kg/cm²)</i>	<i>Φ (°)</i>	<i>Mo (kg/cm²)</i>
0,40	--	--	Stima non eseguibile	--	--	--	--
0,80	18,14	0,87	Argilla limosa compatta	1,95	0,91	--	90,70
1,40	8,9	0,31	Argille sabbiose e limose	1,83	0,44	21	44,50
1,80	17,28	0,33	Sabbie Sciolte	1,87	--	24	34,56
4,40	25,88	0,29	Sabbie	1,91	--	28	51,76
5,00	15,36	0,4	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi	1,89	0,77	23	76,80
6,40	32,58	0,38	Sabbie Sciolte	1,89		31	65,16
7,00	6,3	0,22	Argilla limosa di media consistenza	1,77	0,32	--	50,40
8,00	24,3	0,24	Sabbie	1,9	--	27	48,60
9,60	42,54	0,43	Sabbie	1,9	--	36	85,08
10,00	73,38	0,4	Sabbie	1,9	--	45	124,75
12,00	17,19	0,87	Argilla limosa compatta	1,94	0,86	--	85,95
14,80	31,64	1,6	Argilla limosa molto compatta	2,04	1,58	--	79,10
15,60	14,67	0,73	Argilla limosa compatta	1,9	0,73	--	73,35
18,80	22,94	1,08	Argilla limosa molto compatta	1,99	1,15	--	57,35
20,00	17,74	0,91	Argilla limosa compatta	1,94	0,89	--	88,70
24,40	31,86	1,59	Argilla limosa molto compatta	2,04	1,59	--	79,65
30,00	24,61	1,11	Argille sabbiose e limose	1,99	1,23	28	61,53
Profondità della falda (m): -2,2							

CPT n. 5

<i>Profondità base strato (m)</i>	<i>Qc (kg/cm²)</i>	<i>fs (kg/cm²)</i>	<i>Descrizione litologica dello strato</i>	<i>γ (t/m³)</i>	<i>Cu (kg/cm^q)</i>	<i>Φ (°)</i>	<i>Mo (kg/cm²)</i>
0,40	--	--	Stima non eseguibile	--	--	--	--
1,80	15,07	0,74	Argilla limosa compatta	1,92	0,75	--	75,37
3,20	10,13	0,38	Argilla limosa di media consistenza	1,85	0,51	--	50,64
3,60	17,55	0,2	Sabbie Sciolte	1,8	--	24	35,10
5,80	7,44	0,3	Argilla limosa di media consistenza	1,79	0,37	--	37,21
6,20	20,9	0,33	Sabbie	1,85	--	26	41,79
9,80	11,51	0,44	Argilla limosa di media consistenza	1,86	0,58	--	57,53
10,20	23,45	0,33	Sabbie	1,9	--	27	46,90
11,20	16,35	0,8	Argilla limosa compatta	1,93	0,82	--	81,73
12,00	26,16	1,5	Argilla limosa molto compatta	2,01	1,31	--	65,39
13,80	39,19	1,91	Argille sabbiose e limose	2,08	1,96	34	97,97
15,00	24,38	1,04	Argille sabbiose e limose	1,98	1,22	27	60,95
Profondità della falda (m): -1,4							

CPT n. 6

<i>Profondità base strato (m)</i>	<i>Qc (kg/cm²)</i>	<i>fs (kg/cm²)</i>	<i>Descrizione litologica dello strato</i>	<i>γ (t/m³)</i>	<i>Cu (kg/cm^q)</i>	<i>Φ (°)</i>	<i>Mo (kg/cm²)</i>
0,40	--	--	Stima non eseguibile	--	--	--	--
0,80	16,14	0,87	Argilla limosa compatta	1,94	0,81	--	80,69
2,00	6,59	0,24	Argilla limosa di media consistenza	1,77	0,33	--	52,69
3,00	13,21	0,61	Argilla limosa compatta	1,9	0,66	--	66,07
4,00	8,95	0,32	Argilla limosa di media consistenza	1,83	0,45	--	44,76
5,00	11,89	0,4	Argille sabbiose e limose	1,86	0,59	22,34	59,45
5,80	9,83	0,4	Argilla limosa di media consistenza	1,84	0,49	--	49,14
7,60	14,77	0,7	Argilla limosa compatta	1,91	0,74	--	73,87
8,20	11,15	0,49	Argilla limosa di media consistenza	1,86	0,56	--	55,75
9,00	17,24	0,87	Argilla limosa compatta	1,94	0,86	--	86,21
9,80	24,38	1,37	Argilla limosa molto compatta	2,0	1,22	--	60,95
15,00	35,7	1,65	Argille sabbiose e limose	2,06	1,79	33,03	89,25
Profondità della falda (m): -1,2							

CPT n. 7

<i>Profondità base strato (m)</i>	<i>Qc (kg/cm²)</i>	<i>fs (kg/cm²)</i>	<i>Descrizione litologica dello strato</i>	<i>γ (t/m³)</i>	<i>Cu (kg/cm²)</i>	<i>Φ (°)</i>	<i>Mo (kg/cm²)</i>
0,40	--	--	Stima non eseguibile	--	--	--	--
0,80	12,14	0,67	Argilla limosa compatta	1,89	0,61	--	60,69
2,00	8,59	0,38	Argilla limosa di media consistenza	1,82	0,43	--	42,93
3,00	12,01	0,59	Argilla limosa compatta	1,88	0,60	--	60,07
4,40	9,45	0,32	Argille sabbiose e limose	1,84	0,47	21	47,24
5,20	12,22	0,37	Argille sabbiose e limose	1,86	0,61	22	61,12
6,20	9,66	0,43	Argilla limosa di media consistenza	1,84	0,48	--	48,28
7,80	13,54	0,63	Argilla limosa compatta	1,9	0,68	--	67,68
8,20	10,17	0,53	Argilla limosa compatta	1,84	0,51	--	50,87
9,60	21,02	1,09	Argilla limosa molto compatta	1,97	1,05	--	52,54
12,40	34,02	1,88	Argilla limosa molto compatta	2,06	1,70	--	85,04
13,40	42,25	2,08	Argille sabbiose e limose	2,09	2,11	35	105,62
15,00	33,52	1,48	Argille sabbiose e limose	2,03	1,68	32	83,80
Profondità della falda (m): -1,3							

CPT n. 8

<i>Profondità base strato (m)</i>	<i>Qc (kg/cm²)</i>	<i>fs (kg/cm²)</i>	<i>Descrizione litologica dello strato</i>	<i>γ (t/m³)</i>	<i>Cu (kg/cm²)</i>	<i>Φ (°)</i>	<i>Mo (kg/cm²)</i>
0,40	--	--	Stima non eseguibile	--	--	--	--
1,00	10,8	0,67	Argille limose e terreni misti	1,87	0,54	--	54,02
1,80	7,78	0,27	Argille sabbiose e limose	1,8	0,39	20	38,88
2,80	10,39	0,32	Argille sabbiose e limose	1,85	0,52	21	51,93
5,40	9,71	0,39	Argilla limosa di media consistenza	1,83	0,49	--	48,57
6,00	20,16	0,36	Sabbie	1,88	--	26	40,32
6,40	12,97	0,4	Argille sabbiose e limose	1,83	0,65	22	64,83
8,00	11,8	0,45	Argilla limosa di media consistenza	1,85	0,59	--	59,01
9,60	14,29	0,77	Argilla limosa compatta	1,9	0,71	--	71,47
12,40	31,87	1,77	Argilla limosa molto compatta	2,04	1,59	--	79,68
15,80	36,72	1,8	Argille sabbiose e limose	2,06	1,84	33	91,80
16,60	25,81	1,43	Argilla limosa molto compatta	1,99	1,29	--	64,53
17,00	39,35	1,87	Argille sabbiose e limose	2,07	1,97	34	98,37
23,60	20,39	0,8	Argille sabbiose e limose	1,93	1,02	26	101,94
24,00	44,31	0,67	Sabbie	1,9	--	36	88,62
27,00	23,32	0,97	Argille sabbiose e limose	1,96	1,17	27	58,30
30,00	26,27	1,26	Argilla limosa molto compatta	1,97	1,31	--	65,67
Profondità della falda (m): non rilevata							

CPT n. 9

<i>Profondità base strato (m)</i>	<i>Qc (kg/cm²)</i>	<i>fs (kg/cm²)</i>	<i>Descrizione litologica dello strato</i>	<i>γ (t/m³)</i>	<i>Cu (kg/cm²)</i>	<i>Φ (°)</i>	<i>Mo (kg/cm²)</i>
0,40	--	--	Stima non eseguibile	--	--		
1,00	12,8	0,93	Argille limose e terreni misti	1,9	0,64		64,02
1,60	7,61	0,4	Argilla limosa di media consistenza	1,8	0,38		38,05
2,80	15,7	0,8	Argilla limosa compatta	1,92	0,79		78,51
4,00	7,53	0,29	Argilla limosa di media consistenza	1,79	0,38		37,65
4,60	13,36	0,53	Argilla limosa compatta	1,89	0,67		66,78
6,20	9,06	0,35	Argilla limosa di media consistenza	1,82	0,45		45,30
7,60	19,6	1,2	Argilla limosa molto compatta	1,95	0,98		97,98
8,00	18,1	0,67	Argille sabbiose e limose	1,93	0,91	25	90,52
10,00	25,71	1,24	Argilla limosa molto compatta	2,0	1,29		64,28
12,00	14,99	0,73	Argilla limosa compatta	1,89	0,75		74,94
15,00	32,2	1,46	Argille sabbiose e limose	2,04	1,61	31	80,50
16,00	16,21	0,51	Argille sabbiose e limose	1,88	0,81	24	81,04
16,20	22,35	0,67	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi	1,97	1,12	27	55,87
16,40	16,35	0,8	Argilla limosa compatta	1,9	0,82		81,73
16,60	26,35	0,93	Argille sabbiose e limose	2,0	1,32	28	65,87
17,60	33,23	1,63	Argille sabbiose e limose	2,04	1,66	31	83,07
18,00	24,48	1,0	Argille sabbiose e limose	1,98	1,22	27	61,21
20,00	16,69	0,73	Argilla limosa compatta	1,9	0,83		83,46
20,80	42,9	0,83	Sabbie	1,93	--	36	85,80
22,60	14,18	0,5	Argille sabbiose e limose	1,85	0,71	23	70,89
23,60	36,46	1,44	Argille sabbiose e limose	2,05	1,82	33	91,14
23,80	25,31	1,33	Argille sabbiose e limose	1,98	1,27	28	63,28
28,80	22,66	0,98	Argille sabbiose e limose	1,95	1,13	27	56,65
30,00	35,12	1,47	Argille sabbiose e limose	2,02	1,76	32	87,79
Profondità della falda (m): -1,0							

CPT n. 10

<i>Profondità base strato (m)</i>	<i>Qc (kg/cm²)</i>	<i>fs (kg/cm²)</i>	<i>Descrizione litologica dello strato</i>	<i>γ (t/m³)</i>	<i>Cu (kg/cm²)</i>	<i>Φ (°)</i>	<i>Mo (kg/cm²)</i>
0,40	--	--	Stima non eseguibile	--	--	--	--
1,20	11,67	0,43	Argille sabbiose e limose	1,86	0,58	22,24	58,36
1,40	6,28	0,27	Argilla limosa di media consistenza	1,77	0,31	--	50,21
1,80	9,28	0,4	Argilla limosa di media consistenza	1,84	0,46	--	46,38
3,00	14,72	0,69	Argilla limosa compatta	1,91	0,74	--	73,62
3,60	7,22	0,18	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi	1,81	0,36	20,24	36,09
6,60	9,84	0,33	Argille sabbiose e limose	1,84	0,49	21,42	49,20
8,20	16,59	0,83	Argilla limosa compatta	1,93	0,83	--	82,93
8,80	24,58	1,07	Argille sabbiose e limose	2,0	1,23	28,03	61,44
9,80	20,55	0,96	Argilla limosa compatta	1,97	1,03	--	51,38
12,00	27,75	1,42	Argilla limosa molto compatta	2,02	1,39	--	69,38
13,40	32,98	1,71	Argilla limosa molto compatta	2,05	1,65	--	82,44
15,00	27,02	1,13	Argille sabbiose e limose	2,0	1,35	29,13	67,55
Profondità della falda (m): -0,9							

CPT n. 11

<i>Profondità base strato (m)</i>	<i>Qc (kg/cm²)</i>	<i>fs (kg/cm²)</i>	<i>Descrizione litologica dello strato</i>	<i>γ (t/m³)</i>	<i>Cu (kg/cm²)</i>	<i>Φ (°)</i>	<i>Mo (kg/cm²)</i>
0,40	--	--	Stima non eseguibile	--	--	--	--
1,00	12,14	0,62	Argilla limosa compatta	1,89	0,61	--	60,69
2,20	9,97	0,4	Argilla limosa di media consistenza	1,84	0,50	--	49,83
7,00	14,03	0,77	Argilla limosa compatta	1,9	0,70	--	70,17
9,60	25,07	1,34	Argilla limosa molto compatta	2,0	1,25	--	62,67
10,00	16,38	1,4	Argille limose e terreni misti	1,92	0,82	--	81,90
12,40	29,79	1,57	Argilla limosa molto compatta	2,03	1,49	--	74,47
13,00	46,46	1,91	Argille sabbiose e limose	2,1	2,32	37	116,15
13,80	26,43	1,2	Argille sabbiose e limose	2,0	1,32	28	66,08
14,60	46,04	0,6	Sabbie	1,9	--	37	92,07
15,00	37,07	0,4	Sabbie	1,98	--	33	74,14
Profondità della falda (m): non rilevata							

CPT n. 12

<i>Profondità base strato (m)</i>	<i>Qc (kg/cm²)</i>	<i>fs (kg/cm²)</i>	<i>Descrizione litologica dello strato</i>	<i>γ (t/m³)</i>	<i>Cu (kg/cm²)</i>	<i>Φ (°)</i>	<i>Mo (kg/cm²)</i>
0,40	--	--	Stima non eseguibile	--	--	--	--
0,80	12,14	0,73	Argilla limosa compatta	1,89	0,61	--	60,69
1,80	9,45	0,48	Argilla limosa di media consistenza	1,84	0,47	--	47,24
4,20	16,82	1,12	Argilla limosa molto compatta	1,93	0,84	--	84,08
5,80	26,26	1,43	Argilla limosa molto compatta	2,01	1,31	--	65,65
7,60	14,33	0,87	Argilla limosa compatta	1,9	0,72	--	71,65
11,80	29,22	1,57	Argilla limosa molto compatta	2,02	1,46	--	73,04
12,80	16,17	0,69	Argilla limosa compatta	1,91	0,81	--	80,83
13,40	23,22	0,67	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi	1,98	1,16	27	58,05
15,00	20,27	0,82	Argille sabbiose e limose	1,94	1,01	26	101,34
Profondità della falda (m): non rilevata							

CPT n. 13

<i>Profondità base strato (m)</i>	<i>Qc (kg/cm²)</i>	<i>fs (kg/cm²)</i>	<i>Descrizione litologica dello strato</i>	<i>γ (t/m³)</i>	<i>Cu (kg/cm²)</i>	<i>Φ (°)</i>	<i>Mo (kg/cm²)</i>
0,40	--	--	Stima non eseguibile	--	--	--	--
1,20	10,17	0,37	Argille sabbiose e limose	1,85	0,51	21	50,86
1,80	13,61	0,58	Argilla limosa compatta	1,9	0,68	--	68,05
3,20	20,41	0,93	Argilla limosa compatta	1,97	1,02	--	51,03
6,00	26,99	1,4	Argilla limosa molto compatta	2,01	1,35	--	67,46
7,20	17,99	0,91	Argilla limosa compatta	1,94	0,90	--	89,95
11,80	33,73	1,6	Argille sabbiose e limose	2,05	1,69	32	84,32
12,80	16,57	0,59	Argille sabbiose e limose	1,92	0,83	24	82,83
15,00	25,44	0,8	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi	1,98	1,27	28	63,59
16,40	40,25	0,82	Sabbie	1,97	--	35	120,74
16,80	56,35	0,8	Sabbie	2,0	--	42	84,52
17,20	32,42	1,07	Argille sabbiose e limose	1,95	1,62	31	81,04
22,00	17,77	0,86	Argilla limosa compatta	1,93	0,89	--	88,86
22,40	13,17	0,33	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi	1,87	0,66	22	65,87
23,00	29,17	0,62	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi	1,96	1,46	30	72,93
24,80	17,37	0,7	Argille sabbiose e limose	1,92	0,87	24	86,87
26,00	25,9	0,71	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi	1,93	1,29	28	64,75
26,20	63,73	0,93	Sabbie	1,9	--	45	95,59
27,00	23,73	1,03	Argille sabbiose e limose	1,98	1,19	27	59,31
28,40	17,9	0,69	Argille sabbiose e limose	1,92	0,90	25	89,52
28,60	56,0	1,07	Sabbie	1,9	--	42	84,00
28,80	28,0	0,67	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi	2,01	1,40	29	70,01
29,40	24,09	0,84	Argille sabbiose e limose	1,93	1,20	27	60,23
30,00	38,81	0,49	Sabbie	1,97	--	34	116,42
Profondità della falda (m): -2,2							

CPT n. 14

<i>Profondità base strato (m)</i>	<i>Qc (kg/cm²)</i>	<i>fs (kg/cm²)</i>	<i>Descrizione litologica dello strato</i>	<i>γ (t/m³)</i>	<i>Cu (kg/cm^q)</i>	<i>Φ (°)</i>	<i>Mo (kg/cm²)</i>
0,40	--	--	Stima non eseguibile	--	--	--	--
1,80	11,07	0,59	Argilla limosa compatta	1,87	0,55	--	55,37
2,80	16,39	0,85	Argilla limosa compatta	1,94	0,82	--	81,93
4,00	19,86	1,04	Argilla limosa molto compatta	1,97	0,99	--	99,31
5,40	23,59	1,07	Argille sabbiose e limose	2,0	1,18	27	58,97
7,60	29,15	1,47	Argilla limosa molto compatta	2,03	1,46	--	72,87
8,20	19,15	1,02	Argilla limosa molto compatta	1,96	0,96	--	95,75
9,80	34,56	1,82	Argilla limosa molto compatta	2,06	1,73	--	86,40
13,00	32,89	1,43	Argille sabbiose e limose	2,05	1,64	31	82,22
13,40	44,93	2,0	Argille sabbiose e limose	2,1	2,25	37	112,33
14,00	37,27	1,91	Argille sabbiose e limose	2,07	1,86	33	93,16
15,00	18,87	0,64	Argille sabbiose e limose	1,93	0,94	25	94,35
Profondità della falda (m): -1,2							

CPT n. 15

<i>Profondità base strato (m)</i>	<i>Qc (kg/cm²)</i>	<i>fs (kg/cm²)</i>	<i>Descrizione litologica dello strato</i>	<i>γ (t/m³)</i>	<i>Cu (kg/cm²)</i>	<i>Φ (°)</i>	<i>Mo (kg/cm²)</i>
0,40	--	--	Stima non eseguibile	0,0	--	--	--
0,80	15,14	0,8	Argilla limosa compatta	1,92	0,76	--	75,70
1,40	7,56	0,44	Argille limose e terreni misti	1,8	0,38	--	37,85
2,40	16,73	0,99	Argilla limosa molto compatta	1,94	0,84	--	83,65
3,40	24,07	1,28	Argilla limosa molto compatta	2,0	1,20	--	60,17
4,20	13,09	0,83	Argilla limosa compatta	1,89	0,65	--	65,45
5,60	27,89	1,52	Argilla limosa molto compatta	2,02	1,39	--	69,72
6,20	12,21	0,76	Argilla limosa compatta	1,87	0,61	--	61,05
6,60	19,97	0,87	Argille sabbiose e limose	1,96	1,00	25	99,85
7,40	13,54	0,63	Argilla limosa compatta	1,89	0,68	--	67,70
8,60	23,17	1,13	Argilla limosa molto compatta	1,99	1,16	--	57,93
9,40	19,81	0,67	Argille sabbiose e limose	1,92	0,99	25	99,05
9,60	25,38	0,53	Sabbie	1,9	--	28	50,76
10,00	18,38	0,73	Argille sabbiose e limose	1,94	0,92	25	91,90
11,00	18,72	0,83	Argilla limosa compatta	1,94	0,94	--	93,60
12,20	22,01	1,0	Argilla limosa molto compatta	1,97	1,10	--	55,05
13,00	17,79	0,87	Argilla limosa compatta	1,93	0,89	--	88,95
15,40	29,7	1,48	Argilla limosa molto compatta	2,02	1,49	--	74,25
17,60	16,35	0,68	Argilla limosa compatta	1,88	0,82	--	81,75
18,40	24,55	1,1	Argille sabbiose e limose	1,98	1,23	28	61,37
19,20	15,66	0,87	Argilla limosa compatta	1,89	0,78	--	78,30
19,40	26,76	0,8	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi	2,0	1,34	29	66,90
21,80	17,24	0,66	Argille sabbiose e limose	1,9	0,86	24	86,25
22,20	22,11	0,8	Argille sabbiose e limose	1,95	1,11	26	55,28
22,80	67,17	0,84	Sabbie	1,9	--	45	114,19
30,00	24,04	1,03	Argille sabbiose e limose	1,96	1,20	27	60,10
Profondità della falda (m): -2,4							

5.3 Carta delle aree suscettibili di effetti locali (TAVOLA PSC/S-T.1)

Il Piano Strutturale Comunale (PSC), attuando gli indirizzi previsti dalla pianificazione sovraordinata, produce nuove cartografie descrittive della pericolosità sismica locale, dettagliando maggiormente quanto già contenuto negli allegati al QC del P.T.C.P. della provincia di Modena, individuando le parti del territorio caratterizzate da elementi che possono generare effetti di amplificazione locale del segnale sismico.

Nella Tavola PSC/S-T.1 "Aree suscettibili ad effetti locali" sono riportati i principali elementi e caratteristiche del territorio che concorrono a definire la pericolosità sismica locale nel comune di Bomporto.

Come già accennato alla scala comunale si sono approfonditi i tematismi, facendo ampio riferimento a quanto già elaborato per lo studio geologico a supporto del Quadro Conoscitivo e del Documento Preliminare, salvo aggiornare le conoscenze nelle zone sulle quali sono state acquisite nuove informazioni.

Facendo riferimento anche alla carta ricompresa nel PTCP, approfondita alla scala comunale, gli elementi che possono dare luogo ad effetti locali riportati nella carta sono:

- le caratteristiche lito-stratigrafiche dell'area con presenza di litotipi aventi V_s 30 inferiori a 800 m/sec;
- la presenza di litologie limo-sabbiose entro i primi 20 m di profondità immerse in acqua, che in occasione di sollecitazioni sismiche possono dare origine a fenomeni di liquefazione.

La rappresentazione spaziale di detti elementi ha portato ad individuare sulla carta aree omogenee così caratterizzate:

1. Area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziale liquefazione e cedimenti.
2. Area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a possibili cedimenti;

La prima voce corrisponde ai dossi/paleodossi/paleovalle, la cui perimetrazione è stata modificata alla luce dei risultati ottenuti dalle elaborazioni delle prove penetrometriche, in cui è accertato o molto probabile vi siano livelli limo-sabbiosi che in occasione di sollecitazioni sismiche possono dare origine a fenomeni di liquefazione, oltre all'amplificazione del segnale sismico per motivi litologici.

La seconda voce comprende tutte le parti del territorio in cui non compare la prima e sulle quali si verifica l'amplificazione del segnale sismico per motivi litologici.

Nella carta oltre agli elementi che concorrono a definire gli scenari di pericolosità locale, sono riportati alcuni dati utili alla comprensione delle valutazioni eseguite per comporre la stessa, ovvero:

- Prove penetrometriche (archivio)
- Prove penetrometriche (campagna geognostica giugno 2010)
- Pozzi di misurazione della soggiacenza della falda (campagna piezometrica agosto-settembre 2007);
- isolinee dei valori misurati di soggiacenza.

5.4 Carta dei fattori di amplificazione (TAVOLA PSC/S-T.2)

Come richiesto dalla direttiva regionale, si è operato al fine di discretizzare il territorio comunale in ambiti caratterizzati da uguale amplificazione del moto sismico.

L'amplificazione del segnale sismico è legata essenzialmente alla natura ed alla consistenza delle litologie presenti, ma anche alla natura ed alla struttura del substrato a comportamento rigido.

Tale caratterizzazione del territorio è passata necessariamente attraverso l'acquisizione di dati geognostici prima illustrati per la definizione dei profili sismici.

In conformità a quanto previsto nell'Allegato n. 2 dell'Atto di indirizzi della RER, per calcolare i Fattori di Amplificazione (F.A.), oltre alla determinazione della Vs30, si è definita la situazione sismostratigrafica in cui si colloca il territorio comunale, per l'utilizzo delle tabelle di riferimento.

Infatti per utilizzare le tabelle contenute nell'Atto di indirizzi della RER occorre definire anche la profondità del bedrock (H), inteso come lo strato in cui la velocità delle onde di taglio Vs raggiunge circa 800 m/sec.

Siccome nessuna delle verticali eseguite ha individuato, per la profondità indagata, il bedrock sismico, ci si è avvalsi della possibilità data dalla normativa stessa per cui qualora le prove disponibili non abbiano raggiunto il bedrock, il profilo di Vs può essere estrapolato in profondità fino a valori di Vs = 800 m/s, mantenendo lo stesso gradiente dell'ultimo tratto della curva sperimentale.

Questa operazione di individuazione della profondità del bedrock sismico, oltre a come sopra esposto, è stata condotta anche analizzando le prove HVSR, che permettono, attraverso l'analisi delle frequenze che producono i picchi di amplificazione, di risalire a quale profondità può essere collocato l'orizzonte sismico di riferimento.

Nelle definizioni precedenti Vs30 è la velocità media di propagazione entro i primi 30 m di profondità delle onde di taglio e viene calcolata con la seguente espressione:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

dove hi e Vi indicano lo spessore (in metri) e la velocità delle onde di taglio dello strato i-esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 m superiori, così come riportato nei paragrafi precedenti.

Come prima riportato nell'allegato 2 dell'Atto d'indirizzi della RER, per la determinazione del fattore di Amplificazione (FA) si individuano due diverse situazioni litostratigrafiche, denominate Pianura 1 e Pianura 2, differenziate in ragione della profondità del substrato profondo, correlabile al bedrock sismico.

Infatti, l'Atto di indirizzi della RER prevede che ci si ritrovi in:

- ambito di pianura 1 in caso di profilo stratigrafico costituito da "presenza di potenti orizzonti di ghiaie (anche decine di metri), e da alternanze di sabbie e peliti, con substrato poco profondo (< 100 m) dal p.c.;
- ambito di pianura 2, in caso di profilo stratigrafico costituito da " alternanze di sabbie e peliti, con spessori anche decametrici, talora con intercalazioni di orizzonti di ghiaie (di spessore anche di decine di metri), con substrato profondo > 100 m dal p.c..

A seconda che ci si ritrovi in una delle due situazioni si utilizzano differenti tabelle per il calcolo dei Fattori di Amplificazioni.

In questa sede la profondità del bedrock è stato individuato da tutte le indagini eseguite, a profondità maggiori di 100 m.

Nella tabella che segue vengono riassunti, oltre alla individuazione della Vs30 e della profondità del bedrock sismico per ogni prova, anche i valori del fattore di amplificazione FA, espresso sia in termini di rapporto di accelerazione massima orizzontale (PGA/PGA0) sia in termini di rapporto di Intensità di Housner (SI/SI0), per prefissati intervalli di periodo, corrispondente a $0.1s < T_0 < 0.5s$ e a $0.5s < T_0 < 1s$.

Indagine Re.Mi.	Profondità bedrock sismico*	Vs30 da indagine Re.Mi.	Valori di F.A.da Allegato A2.1.2.S	Valori di F.A.da Allegato A2.1.2.S	Valori di F.A.da Allegato A2.1.2.S
n	m	m/s	F.A. PGA	F.A. IS $0.1 > T_0 < 0.5$	F.A. IS $0.5 > T_0 < 1$
1	>100	199	1,5	1,8	2,5
2	>100	209	1,5	1,8	2,3
3	>100	206	1,5	1,8	2,3
4	>100	195	1,5	1,8	2,5
5	>100	220	1,5	1,8	2,3
6	>100	221	1,5	1,8	2,3
7	>100	219	1,5	1,8	2,3
8	>100	224	1,5	1,8	2,3
9	>100	183	1,5	1,8	2,5
10	>100	245	1,5	1,8	2,3
11	>100	216	1,5	1,8	2,3
12	>100	257	1,5	1,7	2,3

Le colorazioni consentono di individuare le prove caratterizzanti aree ad eguale fattore di amplificazione.

Nella carta Tavola PSC/S-T.2 "Fattori di amplificazione" è riportata, oltre all'ubicazione delle indagini sismiche Re.Mi. e HVSR eseguite ex novo, l'individuazione territoriale delle classi dei fattori di amplificazione così definite:

1^ classe

F.A. PGA = 1,5

F.A. IS $0,1 < T_0 < 0,5$ = 1,8

F.A. IS $0,5 < T_0 < 1$ = 2,5

2^ classe

F.A. PGA = 1,5

F.A. IS $0,1 < T_0 < 0,5$ = 1,8

F.A. IS $0,5 < T_0 < 1$ = 2,3

3^ classe

F.A. PGA = 1,5

F.A. IS $0,1 < T_0 < 0,5$ = 1,7

F.A. IS $0,5 < T_0 < 1$ = 2,3

Dai dati delle prospezioni sismiche disponibili (seppur non omogeneamente distribuite su tutto il territorio) e dall'esame della nuova carta sismotettonica della Regione Emilia-Romagna, non emergono significative differenze tra i valori di amplificazione registrati e, soprattutto, differenze spaziali sostanziali riconducibili ad elementi sismo-tettonici tra loro evidentemente differenti. Per tutto il territorio indagato i valori di amplificazione sono relativamente alti, a testimonianza di una pressoché uniforme presenza, nel primo sottosuolo, di argille e limi sabbiosi con resistenze meccaniche generalmente mediocri e discrete.

5.5 Carta degli effetti attesi - zonazione sismica (TAVOLA PSC/S-T.3)

In tale carta il territorio di Bomporto è suddiviso in ambiti caratterizzati da uguali effetti attesi in caso di sisma, indicando per ognuno di essi gli studi necessari nelle successive fasi pianificatorie.

Vengono individuate 5 classi:

- Aree soggette ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a possibili cedimenti;
 - STUDI RICHIESTI: valutazione del coefficiente di amplificazione litologico e dei cedimenti attesi
 - APPROFONDIMENTI: Sono ritenuti sufficienti approfondimenti di II livello per la valutazione del coefficiente di amplificazione litologico e sono richiesti approfondimenti di III livello per la stima degli eventuali cedimenti;
- Aree soggette ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziale liquefazione e cedimenti;
 - STUDI RICHIESTI: valutazione del coefficiente di amplificazione litologico, del potenziale di liquefazione e dei cedimenti attesi;
 - APPROFONDIMENTI: III livello.
- Aree individuate come suscettibili di cedimenti in base all'elaborazione dei dati penetrometrici. Depositi di terreni granulari, caratterizzati da valori di $R_p < 8$ Kg/cm²;
 - STUDI RICHIESTI: valutazione del coefficiente di amplificazione litologico e dei cedimenti attesi;
 - APPROFONDIMENTI: III livello per la stima degli eventuali cedimenti post-sismici.
- Aree individuate come probabilmente liquefacibili in base all'elaborazione dei dati penetrometrici;
 - STUDI RICHIESTI: valutazione del coefficiente di amplificazione litologico, del potenziale di liquefazione e dei cedimenti attesi;
 - APPROFONDIMENTI: III livello.
- Aree individuate come possibilmente liquefacibili in base all'elaborazione dei dati penetrometrici;

- STUDI RICHIESTI: valutazione del coefficiente di amplificazione litologico, del potenziale di liquefazione e dei cedimenti attesi;
- APPROFONDIMENTI: III livello.

La pericolosità sismica del territorio di Bomporto può essere letta, in prima istanza, incrociando la carta di cui sopra con quella dei fattori di amplificazione sismica.

Facendo questo incrocio appare subito evidente come alcuni ambiti edificabili, individuati dal PSC, si collocano in corrispondenza di aree a maggiore pericolosità sismica, ricadendo su aree di dosso/paleoalveo, quindi con possibile presenza di terreni con caratteristiche predisponenti il fenomeno della liquefazione.

Per contro, volendo urbanizzare il territorio in continuità con l'edificato esistente è di fatto naturale che i nuovi insediamenti si collochino sui dossi, da sempre utilizzati dall'uomo per costruire i propri insediamenti al riparo dalle alluvioni.

Circa l'insistenza di ambiti di nuovo insediamento individuati dal PSC su aree caratterizzate da pericolosità sismica legata alla presenza di terreni con caratteristiche predisponenti il fenomeno della liquefazione, va ricordato che una prima valutazione di tale fenomeno eseguita sui dati penetrometrici in possesso, come meglio riportato nel paragrafo successivo, ha effettivamente individuato aree ove l'occorrenza del fenomeno è probabile o possibile.

Ciò implica la necessità, in una successiva fase attuativa, di approfondire ulteriormente le conoscenze, in tali aree, ed eseguire valutazioni più dettagliate per potere indicare criteri costruttivi che possano garantire la stabilità degli edifici qualora si verifichi il fenomeno.

E' inoltre significativo evidenziare come anche i terreni di alcuni ambiti, che non ricadono in zone di dosso/paleoalveo, siano risultati probabilmente o possibilmente suscettibili dalla verifica. Ciò rimarca ulteriormente l'estrema variabilità stratigrafica e spaziale dei sedimenti alluvionali, legata alla paleo-dinamica fluviale, caratterizzata da una continua divagazione dei corsi d'acqua.

Infine, l'analisi delle prove penetrometriche e, in particolare, della successione verticale dei valori di resistenza meccanica all'infissione della punta, ha permesso di identificare aree ove tali valori, per i primi 4 m di profondità, sono risultati essere inferiori a 8 Kg/cmq, pertanto valutabili come scadenti. Tali aree interessano maggiormente i terreni a prevalente composizione limo-argillosa e possono, in caso di sisma, determinare cedimenti largamente superiori a quelli che si possono avere in situazione statica.

5.6 Sintesi ai sensi della DAL RER 112/2006 (TAVOLA PSC/S-T.4)

In ottemperanza a quanto richiesto dalla DAL RER 112/2007 al punto 3.1.1. è stata elaborata una carta di sintesi in cui sono state rappresentate:

- in colore bianco - aree che non necessitano di approfondimento;
- in colore giallo - aree che necessitano dell'analisi semplificata (II livello);
- in colore rosso - aree che necessitano dell'analisi approfondita (III livello).

5.7 Prime valutazioni sull'occorrenza del fenomeno della liquefazione sul territorio di Bomporto

5.7.1 Descrizione del fenomeno

La liquefazione del terreno durante i terremoti è una delle più importanti cause di danneggiamento e collasso delle costruzioni fondate o costruite su terreni sabbiosi saturi. Alla liquefazione del terreno possono infatti associarsi estesi fenomeni di subsidenza, movimenti di masse fluidificate di terreno, ecc., ma anche effetti meno devastanti (cedimenti differenziali, lesioni negli edifici, ecc.), che tuttavia possono produrre gravissimi danni al patrimonio abitativo e artistico di un territorio.

La liquefazione di un deposito è il risultato dell'effetto combinato di due principali categorie di fattori:

- le condizioni del terreno (fattore predisponente);
- la sismicità (fattore scatenante).

Per liquefazione di un terreno s'intende il quasi totale annullamento della sua resistenza al taglio con l'assunzione del comportamento meccanico caratteristico dei liquidi.

Se si esprime la resistenza al taglio attraverso la relazione di Coulomb:

$$\tau = c + (\sigma_v - u) \tan \varphi$$

con: c = coesione del terreno

σ_v = pressione litostatica totale agente alla profondità d'indagine

u = pressione interstiziale dell'acqua

φ = angolo di resistenza al taglio del terreno,

è evidente che la grandezza $\langle \tau \rangle$ si può annullare solo nel caso in cui siano verificate le condizioni:

a) $c = 0$;

b) $(\sigma_v - u) = 0$;

(il caso $\varphi = 0$ non ha importanza pratica, perché può verificarsi solo in terreni coesivi in condizioni non drenate, dove però la condizione $\langle c=0 \rangle$ non può ovviamente verificarsi).

La condizione a) vieta che il fenomeno della liquefazione possa verificarsi in terreni coesivi o incoerenti ma con una significativa frazione argillosa o limosa plastica.

La condizione b) si verifica, quando la pressione interstiziale uguaglia la pressione totale esercitata ad una data profondità dalla colonna di terreno sovrastante e dagli eventuali sovraccarichi presenti in superficie ($\sigma_v = u$).

Il fenomeno della liquefazione riguarda, quindi, i terreni, ovvero i suoli, costituiti da materiale non coerente, cioè costituito da grani come la sabbia; solitamente la liquefazione avviene nei limi non plastici e nelle sabbie.

I fenomeni di liquefazione che interessano i depositi incoerenti dipendono da:

- proprietà geotecniche dei terreni
- caratteristiche delle vibrazioni sismiche e loro durata
- genesi e storia geologica dei terreni
- fattori ambientali

Un terreno incoerente saturo, in assenza di sollecitazioni sismiche è soggetto soltanto alla pressione litostatica, dovuta al peso dei sedimenti sovrastanti (in campo libero e con superficie piana). Durante una sollecitazione sismica vengono indotte nel terreno delle sollecitazioni cicliche di taglio, dovute alla propagazione delle onde sismiche verso la

superficie, mentre la pressione litostatica resta costante. Per tutta la durata della scossa ogni elemento di terreno soggetto ad una serie di sforzi tangenziali che cambiano ripetutamente verso ed ampiezza. Nel terreno si possono generare fenomeni di liquefazione se la scossa sismica produce un numero di cicli tale da far sì che la pressione interstiziale uguagli la pressione di confinamento. Nei depositi la pressione di confinamento aumenta con la profondità, mentre l'ampiezza dello sforzo di taglio indotto dal sisma diminuisce. La resistenza alla liquefazione quindi è maggiore con la profondità. Quindi, maggiore è la durata di un terremoto più alta è la possibilità che si arrivi (maggior numero di cicli) alla liquefazione. Inoltre, maggiore è l'ampiezza della vibrazione e della deformazione indotta e minore è il numero di cicli necessari per giungere a tale condizione. Il terreno può essere però soggetto a sforzi di taglio statici dovuti alla presenza di strutture in superficie o alla sua particolare posizione. In questo caso l'instaurarsi del fenomeno della liquefazione dipende, oltre che dalle caratteristiche del sisma, anche dal rapporto che si stabilisce tra le tensioni di taglio indotte da quest'ultimo e quelle statiche preesistenti al terremoto.

La probabilità che un deposito raggiunga le condizioni per la liquefazione dipende anche dallo stato di addensamento, dalla composizione granulometrica, dalle condizioni di drenaggio, dalla storia delle sollecitazioni sismiche e dall'età del deposito stesso.

Tanto minore è il grado di addensamento del materiale (elevato indice dei vuoti e bassa densità relativa), tanto maggiore è la probabilità che, a parità di altre condizioni, un deposito raggiunga lo stato di liquefazione.

Anche la distribuzione, la forma delle particelle e il grado di uniformità influenzano notevolmente il fenomeno, per le implicazioni che questi fattori hanno sulla resistenza al taglio e per il modo di dissiparsi della pressione interstiziale in eccesso.

Per quanto riguarda la storia delle sollecitazioni sismiche su un deposito, si può affermare che precedenti deformazioni moderate, influiscano positivamente sulla resistenza del deposito, mentre una storia caratterizzata da alti livelli di deformazione (deposito già soggetto a liquefazione) ha effetti negativi sul potenziale di riliquefazione.

I depositi sabbiosi con più alto potenziale di liquefazione sono i più recenti. A parità di composizione e di altre condizioni lo stesso deposito, se più antico, avrà sviluppato legami intergranulari e cementazioni sempre più forti con il tempo. Inoltre, la struttura di un deposito antico, sarà resa più stabile e omogenea per gli effetti delle vibrazioni indotte da precedenti terremoti di piccola entità.

In definitiva il fenomeno della liquefazione si può manifestare preferibilmente in depositi sciolti, non coesivi, posti sotto falda, in seguito ad eventi che producano un forte aumento della pressione interstiziale dell'acqua.

Fattori che predispongono alla liquefazione.

Di seguito si descrivono, nel dettaglio, i fattori principali che predispongono un terreno alla liquefazione, prima di passare ad illustrare i metodi di calcolo della suscettibilità.

Fattori geologici-geotecnici: poiché ai terreni incoerenti sono associati generalmente valori del coefficiente di permeabilità relativamente elevati, l'applicazione di sovraccarichi graduali (per es. dovuti alla costruzione di un fabbricato) non conduce a significativi incrementi di u . In questi casi infatti non si generano gradienti di pressione fra la zona sollecitata e quella indisturbata tali da produrre rapidi flussi idrici fra le due zone. I vuoti dello scheletro solido sono quasi sempre sufficientemente larghi da non ostacolare questo flusso. Nel caso viceversa di sollecitazioni intense sottoposte ad incrementi rapidi, come si verifica durante un evento sismico, i gradienti di pressione che si generano possono essere

tali da produrre elevati flussi idrici dall'interno verso l'esterno. Se il fenomeno si manifesta in depositi incoerenti a granulometria relativamente fine (per es. sabbie fini), la larghezza limitata dei vuoti dello scheletro tenderà ad ostacolare il flusso idrico, con il conseguente sviluppo di elevate pressioni neutre. Oltre alla granulometria, altri fattori condizionano la suscettibilità di un deposito sciolto al fenomeno della liquefazione. I principali sono la profondità del livello potenzialmente liquefacibile ed il suo grado di addensamento. Con l'aumentare della profondità del deposito diminuisce la probabilità di liquefazione dello stesso durante l'evento sismico. È evidente infatti che con l'aumentare della profondità siano richiesti valori di $\langle u \rangle$ sempre più elevati per annullare la pressione litostatica crescente. Inoltre con la profondità tende a diminuire anche l'intensità delle sollecitazioni indotte dal sisma. L'influenza della pressione litostatica permette di spiegare il fenomeno della migrazione della liquefazione dai depositi più superficiali a quelli più profondi. I livelli meno profondi sono quelli che per primi subiscono la liquefazione, che è facilitata dalla minore pressione litostatica. Gli strati più profondi, che inizialmente non subiscono il fenomeno, nel momento in cui il deposito superiore va in liquefazione risentono di un calo del peso della colonna di terreno sovrastante, evento che aumenta la probabilità che anch'essi subiscano la liquefazione. Fondamentale è anche il grado di addensamento del terreno, esprimibile attraverso il parametro densità relativa (D_r %). I terreni molto addensati, se sollecitati, subiscono un aumento di volume (fenomeno di dilatanza) con conseguente diminuzione della D_r %, che tende a portarsi verso un valore critico, variante in funzione principalmente della granulometria del deposito. L'aumento di volume ha come conseguenza, nei depositi saturi, un richiamo dell'acqua dall'esterno verso l'interno, con creazione di una $\langle u \rangle$ di segno negativo (cioè si ha un aumento del termine $(\sigma_0 - u)$). L'esatto contrario avviene in terreni poco addensati, dove una sollecitazione tende a produrre una diminuzione di volume, con conseguente flusso idrico verso l'esterno e la generazione di una $\langle u \rangle$ disegno positivo (diminuisce il valore di $(\sigma_0 - u)$). In conclusione si possono ritenere potenzialmente liquefacibili quei depositi sciolti che presentano le seguenti caratteristiche:

- granulometricamente sono sabbie da fini a medie con contenuto in fine variabile generalmente dallo 0 al 25%;
- si trovano sotto falda;
- sono da poco a mediamente addensati.
- si trovano a profondità relativamente basse (di solito inferiori ai 15 metri).

Fattori legati all'evento sismico: durante un terremoto il terreno può essere visto come sottoposto ad una serie di cicli di carico variabili in intensità e numero in funzione della magnitudo del sisma stesso. In terremoti di elevata magnitudo è sufficiente un numero ridotto di cicli di carico per produrre la liquefazione del deposito, poiché ad ogni ciclo è associata una sollecitazione dinamica di maggiore intensità. In terremoti di minore magnitudo lo stesso effetto lo si ottiene con un numero superiore di cicli di carico. In definitiva quindi una elevata magnitudo del sisma (maggiore intensità degli sforzi di taglio applicati al terreno) e una lunga durata dello stesso (maggior numero di cicli di carico) rendono più probabile l'iniziarsi della liquefazione in un deposito sabbioso saturo. È da notare che in livelli sabbiosi già sottoposti in passato a liquefazione lo scheletro solido assume configurazioni meno vulnerabili (cresce in pratica il grado di addensamento), che rendono meno probabile il ripresentarsi del fenomeno.

5.7.2 Analisi del fenomeno: i metodi semplificati

I metodi semplificati si basano sul rapporto che intercorre fra le sollecitazioni di taglio che producono liquefazione e quelle indotte dal terremoto; hanno perciò bisogno di valutare i parametri relativi sia all'evento sismico sia al deposito, determinati questi ultimi privilegiando metodi basati su correlazioni della resistenza alla liquefazione con parametri desunti da prove in situ. La resistenza del deposito alla liquefazione viene quindi valutata in termini di fattore di resistenza alla liquefazione

$$(1.0)F_s = \frac{CRR}{CSR}$$

dove CRR (Cyclic Resistance Ratio) indica la resistenza del terreno agli sforzi di taglio ciclico e CSR (Cyclic Stress Ratio) la sollecitazione di taglio massima indotta dal sisma.

I metodi semplificati proposti differiscono fra loro soprattutto per il modo con cui viene ricavata CRR, la resistenza alla liquefazione. Il parametro maggiormente utilizzato è il numero dei colpi nella prova SPT anche se oggi, con il progredire delle conoscenze, si preferisce valutare il potenziale di liquefazione utilizzando prove statiche (CPT) o prove di misurazione delle onde di taglio Vs. Questi metodi sono in genere utilizzati per la progettazione di opere di media importanza.

I metodi di calcolo del potenziale di liquefazione adottati dal programma sono:

- 1) Metodo di Seed e Idriss (1982);
- 2) Metodo di Iwasaki et al. (1978; 1984);
- 3) Metodo di Tokimatsu e Yoshimi (1983);
- 4) Metodo di Finn (1985);
- 5) Metodo di Cortè (1985);
- 6) Metodo di Robertson e Wride modificato (1997);
- 7) Metodo di Andrus e Stokoe (1998);
- 8) Metodi basati sull'Eurocodice 8 (ENV 1998-5);
- 9) Metodo basato sull'NTC 2008.

Seed e Idriss (1971b) per poter determinare gli sforzi di taglio indotti dal sisma propongono una semplice procedura basata sull'ipotesi di terreno omogeneo. Ipotizzando la propagazione verticale di onde sismiche di taglio, una colonna di terreno di altezza z (Fig. 11) si muove rigidamente in direzione orizzontale e pertanto lo sforzo di taglio massimo alla profondità z è dato da:

$$(1.1) \tau_{\max} = \frac{a_g}{g} \times \gamma z$$

dove a_g è l'accelerazione massima in superficie, g l'accelerazione di gravità e γ il peso di volume secco del terreno.

Poiché nella realtà il terreno è deformabile, lo sforzo di taglio è minore che nell'ipotesi di corpo rigido e quindi bisogna introdurre un coefficiente riduttivo r_d . Normalizzando con la

pressione verticale effettiva e riferendosi ad un valore medio τ_{av} anziché ad un valore massimo τ_{max} si ottiene:

$$(1.2) \frac{\tau_{av}}{\sigma_{vo}} = CSR_{7,5} = 0,65 \frac{a_g}{g} \frac{\sigma_{vo}}{\sigma_{vo}} r_d$$

espressione valida per sismi di magnitudo 7.5. Per magnitudo diverse bisogna dividere per il fattore correttivo MSF (Magnitudo Scaling Factor):

$$(1.3) CSR = \frac{CSR_{7,5}}{MSF}$$

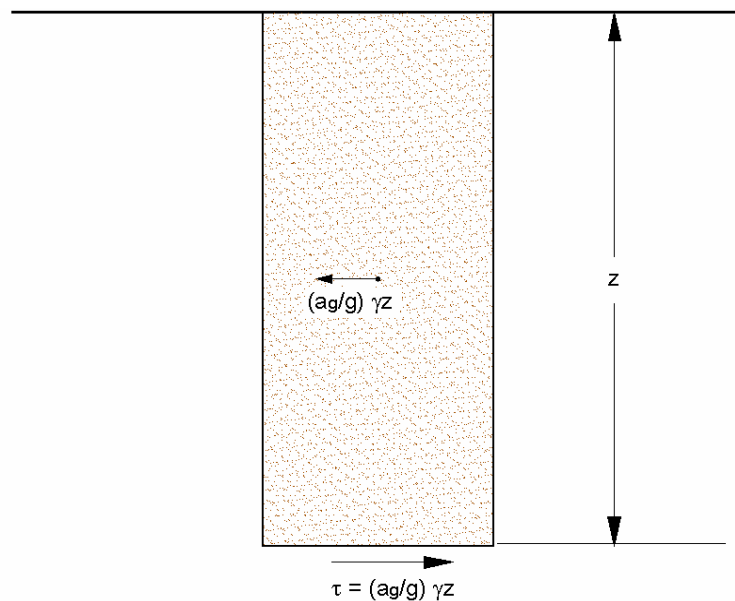


Fig. 11 - Sforzo di taglio indotto dal terremoto ad una determinata quota

Il metodo di Seed e Idriss (1982) è il più noto e utilizzato dei metodi semplificati e richiede solo la conoscenza di pochi parametri geotecnici: la granulometria, il numero dei colpi nella prova SPT, la densità relativa, il peso di volume. Per determinare il valore del coefficiente riduttivo r_d viene utilizzata la formula empirica proposta da Iwasaki et al. (1978):

$$(1.4) r_d = 1 - 0,015z$$

mentre per il fattore correttivo MSF si veda la Tabella 1 dove viene riportato il valore di questo fattore ottenuto da vari ricercatori, tra cui Seed H. B. e Idriss I. M (1982).

tabella 2 - Magnitudo Scaling Factor

Magnitudo	Seed H. B. & Idriss I. M. (1982)	Ambraseys N. N. (1988)	NCEER (Seed R. B. et al.) (1997; 2003)
5.5	1.43	2.86	2,21
6.0	1.32	2.20	1,77
6.5	1.19	1.69	1,44
7.0	1.08	1.30	1,19
7.5	1.00	1.00	1,00
8.0	0.94	0.67	0,84
8.5	0.89	0.44	0,73

Il termine a numeratore della (1.0), cioè la resistenza alla liquefazione CRR, viene calcolato in funzione della magnitudo, del numero di colpi, della pressione verticale effettiva, della densità relativa.

Si ottiene un grafico (Fig. 12) ottenuto selezionando i casi di terreni in cui si è avuta liquefazione e non liquefazione durante i terremoti.

Si calcola inizialmente il numero dei colpi corretto alla quota desiderata per tenere conto della pressione litostatica mediante la seguente espressione:

$$(1.5) (N1,60) = CN Nm$$

dove Nm è il numero medio dei colpi nella prova penetrometrica standard SPT e CN un coefficiente correttivo che si calcola mediante la seguente espressione:

$$(1.6) C_N = \left(\frac{Pa}{\sigma'_{vo}} \right)^{0,5}$$

dove σ'_{vo} è la pressione verticale effettiva, Pa la pressione atmosferica espressa nelle stesse unità di σ'_{vo} ed n un'esponente che dipende dalla densità relativa del terreno (Fig. 13).

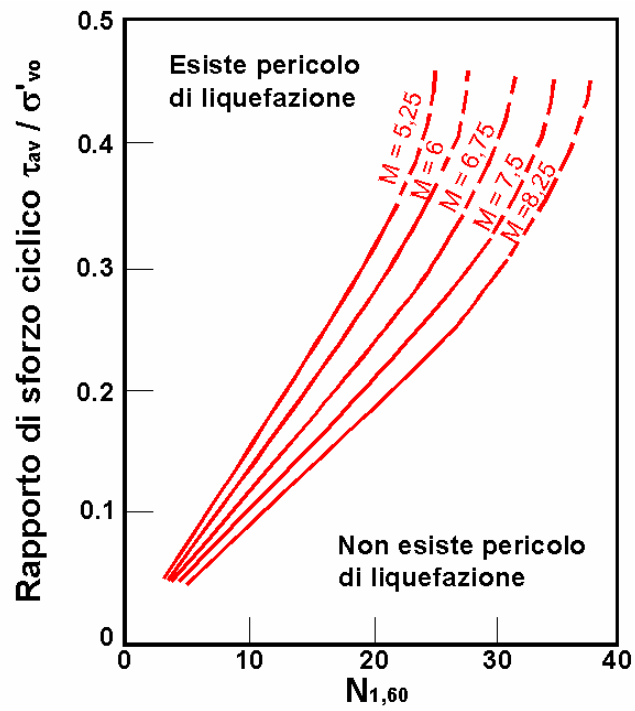


Fig. 12 - Correlazione fra CSR e $N_{1,60}$

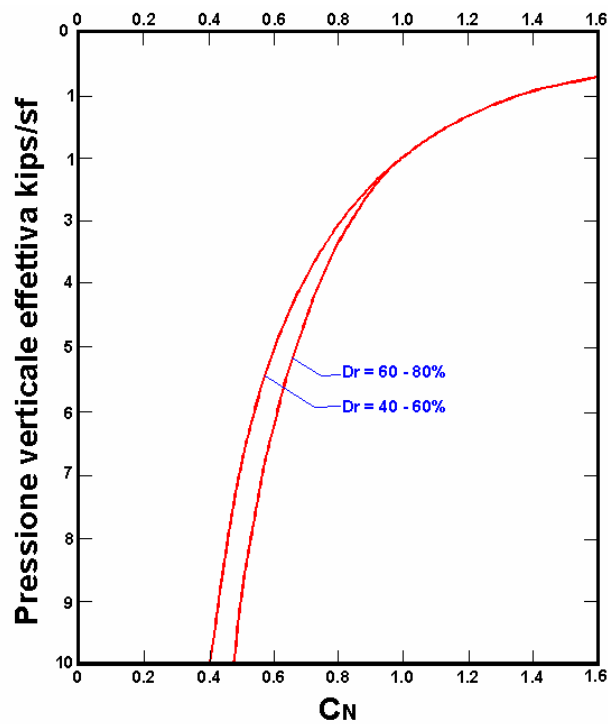


Fig. 13 - Coefficiente correttivo CN

E' stato dimostrato che per un terremoto di magnitudo pari a 7,5 CRR è:

$$(1.7)CRR \approx \frac{N_{1,60}}{90}$$

Si applica quindi la (1.0); se $FS > 1,3$ il deposito non è liquefacibile.

Gli Autori hanno precisato che questa procedura è valida per sabbie con $D_{50} > 0,25$ mm; per sabbie limose e limi suggeriscono di correggere ulteriormente il valore di $N_{1,60}$:

$$(1.8) (N_{1,60})_{cs} = N_{1,60} + 7,5$$

Il 'metodo di Iwasaki et al.' (1978, 1984) è stato proposto basandosi sulla osservazione che la severità dei danni prodotti dalla liquefazione ai manufatti è legata al volume di terreno liquefatto all'interno del deposito.

Il metodo si basa su due quantità: il fattore di resistenza (FS) e l'indice di liquefazione (IL). FS si ottiene mediante la (1.0) e quando $FS \leq 1$ lo strato di terreno è liquefacibile; mentre IL, indicativo dell'estensione che il fenomeno della liquefazione può avere nel deposito, è ottenuto dalla espressione

$$(1.9) I_L = \int_0^{20} F W(z) dz$$

dove

$$F = 1 - FS \quad \text{per } FS \leq 1$$

$$F = 0 \quad \text{per } FS > 1$$

$$W(z) = 10 - 0,5z$$

Per poter valutare la severità degli effetti viene proposta la scala della Tabella 3.

Il fattore correttivo r_d viene calcolato mediante la (1.4) e MSF come nel caso precedente.

Invece per la valutazione di CRR vengono proposte le seguenti espressioni ricavate da numerose prove di resistenza ciclica non drenata:

- per terreni con $0,04 \text{ mm} \leq D_{50} \leq 0,6$

$$(2.0) CRR = 0,0882 \sqrt{\frac{N_m}{\sigma'_{vo} + 0,7}} + 0,225 \log_{10} \left(\frac{0,35}{D_{50}} \right)$$

- per terreni con $0,6 \text{ mm} \leq D_{50} \leq 1,5$

$$(2.1) CRR = 0,0882 \sqrt{\frac{N_m}{\sigma'_{vo} + 0,7}} - 0,05$$

dove D_{50} è il diametro dei granuli al 50% (in mm).

tabella 3

Valori di IL	Rischio di liquefazione
IL = 0	MB
$0 < IL \leq 5$	Basso
$5 < IL \leq 15$	Alto
$15 < IL$	Molto alto

Il 'metodo di Tokimatsu e Yoshimi' (1983) per poter tener conto della magnitudo del terremoto, a differenza dei metodi precedenti, calcola il rapporto di sforzo ciclico con la seguente espressione:

$$(2.2) CSR = 0,65 \frac{a_g}{g} \frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}} r_d r_n$$

dove viene introdotto un coefficiente correttivo r_n funzione della magnitudo M .

$$(2.3) r_d = 0,1(M - 1)$$

Invece la resistenza alla liquefazione viene calcolata, confrontando risultati di prove triassiali cicliche con dati di prove SPT, con la seguente espressione:

$$(2.4) CRR = a C_r \left[\frac{16 \sqrt{N_{1,60} + \Delta N_f}}{100} + \left(\frac{16 \sqrt{N_{1,60} + \Delta N_f}}{C_s} \right)^n \right]$$

dove

$a = 0,45$

$C_r = 0,57$

$n = 14$

$\Delta N_f = 0$ per sabbie pulite e $\Delta N_f = 5$ per sabbie limose

$N_{1,60} = [1,7 / (\sigma'_{vo} + 0,7)] N_m$

C_s è una costante empirica che dipende dall'ampiezza della deformazione di taglio.

Gli Autori, ai fini progettuali, suggeriscono di adottare un valore di $FS > 1,5$ per le sabbie medio-sciolte e $FS > 1,3$ per le sabbie medio-dense.

Questo metodo è raccomandato nella proposta di Norme Sismiche Italiane avanzata dal CNR nel 1984.

Correlazioni della resistenza alla liquefazione con la magnitudo vengono proposte da Finn (1985) e Cortè (1985). Il primo propone un'espressione di CRR in funzione della magnitudo M e del numero dei colpi corretto $N_{1,60}$:

$$(2.5) CRR = \frac{N_{1,60}}{12,9 M - 15,7}$$

Cortè invece propone di valutare CRR mediante le seguenti espressioni:

- per terreni con $0,04 \text{ mm} \leq D_{50} \leq 0,6$

$$(2.6) \text{CRR} = A \left\{ \left[\frac{N_m}{\sigma'_{vo} + 70} \right]^{0,5} - 0,258 \log_{10} \left(\frac{D_{50}}{0,35} \right) \right\}$$

- per terreni con $0,6 \text{ mm} \leq D_{50} \leq 1,5$

$$(2.7) \text{CRR} = A \left\{ \left[\frac{N_m}{\sigma'_{vo} + 70} \right]^{0,5} - 0,0567 \right\}$$

Il coefficiente A assume valori che variano fra 0,50 e 0,66, a seconda della magnitudo del sisma e quindi del numero di cicli equivalenti che variano a loro volta fra 5 e 20.

In questi due ultimi metodi ovviamente il rapporto di sforzo ciclico è dato dalla (1.2).

Il 'metodo di Robertson e Wride' utilizza l'indice di comportamento per il tipo di suolo IC che viene calcolato mediante l'utilizzo della seguente formula:

$$(2.8a) I_c = \left[(3,47 - \log_{10} Q)^2 + (\log_{10} R_f + 1,22)^2 \right]^{0,5}$$

$$(2.8b) Q = \frac{q_c - \sigma_{vo}}{Pa} \left(\frac{Pa}{\sigma'_{vo}} \right)^n$$

$$(2.8c) R_f = \frac{f_s}{q_c - \sigma_{vo}} 100$$

dove

q_c è la resistenza alla punta misurata

Pa è la tensione di riferimento (1 atmosfera) nelle stesse unità di σ'_{vo}

f_s è l'attrito del manicotto

n è un'esponente che dipende dal tipo di suolo.

Inizialmente si assume $n = 1$, come per un suolo argilloso e si procede al calcolo di IC con la (2.8a).

Se $IC > 2,6$ il suolo è probabilmente di tipo argilloso e l'analisi si ferma dato che il suolo non è liquefacibile.

Se $IC \leq 2,6$, vuol dire che l'ipotesi assunta è errata e IC deve essere ricalcolato nuovamente con la seguente formula:

$$(2.9) Q = \frac{q_c}{Pa} \left(\frac{Pa}{\sigma'_{vo}} \right)^n$$

Si presume che il terreno sia granulare e si assume $n = 0,5$.

Se è ancora $IC \leq 2,6$, significa che l'ipotesi è giusta e il suolo è probabilmente non plastico e granulare.

Se invece $IC > 2,6$, vuol dire che l'ipotesi è di nuovo errata e il suolo è probabilmente limoso. IC deve essere nuovamente ricalcolato con la (2.8a) ponendo $n = 0,75$.

Calcolato IC , si procede con la correzione della resistenza alla punta misurata q_c mediante la seguente espressione:

$$(3.0) q_{c1N} = \frac{q_c}{Pa} \left(\frac{Pa}{\sigma'_{v0}} \right)^n$$

dove n è lo stesso del calcolo di IC .

La correzione alla resistenza alla punta dovuta al contenuto di materiale fine viene valutata mediante la seguente procedura:

se il metodo utilizzato è il Robertson e Wride classico:

$$(3.1a) (q_{c1N})_{cs} = K_c q_{c1N}$$

$$(3.1b) K_c = -0,403 I_c^4 + 5,581 I_c^3 - 21,63 I_c^2 + 33,75 I_c - 17,88$$

se il metodo utilizzato è il Robertson e Wride modificato:

$$(3.2a) (q_{c1N})_{cs} = q_{c1N} + \Delta q_{c1N}$$

$$(3.2b) \Delta q_{c1N} = \frac{K_c}{1 - K_c} q_{c1N}$$

dove K_c dipende dal contenuto di fine, FC (%):

$K_c = 0$	per $FC \leq 5$
$K_c = 0,0267(FC - 5)$	per $5 < FC \leq 35$
$K_c = 0,8$	per $FC > 35$

FC (%) viene calcolato mediante l'espressione seguente:

$$(3.3) FC (\%) = 1,75 (I_c)^{3,25} - 3,7$$

La resistenza alla liquefazione per una magnitudo pari a 7,5 ($CRR_{7,5}$) si calcola con le espressioni seguenti:

se $(q_{c1N})_{cs} < 50$

$$(3.4) CRR = 0,833 \left[\frac{(q_{c1N})_{cs}}{1000} \right] + 0,05$$

se $50 \leq (q_{c1N})_{cs} < 160$

$$(3.5) CRR = 93 \left[\frac{(q_{c1N})_{cs}}{1000} \right]^3 + 0,08$$

Il rapporto di sforzo ciclico *CSR* si calcola con la (1.3) e *MSF* come raccomandato dal NCEER (vedi Tabella 2), mentre il coefficiente r_d è calcolato mediante la seguente procedura:

se $z < 9,15$ m

$$(3.6a) r_d = 1,0 - 0,00765 z$$

se $9,15 \leq z < 23$ m

$$(3.6b) r_d = 1,174 - 0,00267 z$$

dove z è la profondità in metri

Si calcola il fattore di sicurezza alla liquefazione con la (1.0), mentre l'indice e il rischio di liquefazione vengono calcolati con il metodo di Iwasaki et alii.

Il 'metodo di Andrus e Stokoe' è basato su dati provenienti da prove sismiche a rifrazione (V_s).

La velocità delle onde di taglio viene corretta con la formula (Robertson et al., 1992):

$$(3.7) V_{S1} = V_s \left(\frac{100}{\sigma'_{v0}} \right)^{0,25}$$

La resistenza alla liquefazione è valutata mediante la formula di Andrus e Stokoe (1998):

$$(3.8) CRR = 0,03 \left(\frac{V_{S1}}{100} \right)^2 + 0,9 \left[\frac{1}{(V_{S1})_{cs} - V_{S1}} - \frac{1}{(V_{S1})_{cs}} \right]$$

dove la presenza di fini FC (%) è tenuta in conto mediante la seguente procedura:

$(V_{S1})_{CS} = 220$	per $FC \leq 5\%$
$220 < (V_{S1})_{CS} \leq 200$	per $5\% < FC \leq 35\%$
$(V_{S1})_{CS} = 200$	per $FC > 35\%$

Il fattore di correzione della magnitudo *MSF* viene valutato come raccomandato dal NCEER (Tabella 1), il fattore di sicurezza alla liquefazione con la (1.0), mentre l'indice e il rischio di liquefazione vengono valutati con il metodo di Iwasaki et alii.

Le indicazioni della normativa europea sono contenute al punto 4.1.3 a cui si aggiungono ulteriori indicazioni che si possono trovare nell'appendice B della parte 5 dell'Eurocodice 8 (ENV 1998-5).

Secondo tale normativa si può escludere pericolo di liquefazione per i terreni sabbiosi saturi che si trovano a profondità di 15 m o quando $a_g < 0,15$ e, contemporaneamente, il terreno soddisfi almeno una delle seguenti condizioni:

- contenuto in argilla superiore al 20%, con indice di plasticità > 10 ;
- contenuto di limo superiore al 10% e resistenza $N_{1,60} > 20$
- frazione fine trascurabile e resistenza $N_{1,60} > 25$

Quando nessuna delle precedenti condizioni è soddisfatta, la suscettibilità a liquefazione deve essere verificata come minimo mediante i metodi generalmente accettati dall'ingegneria geotecnica, basati su correlazioni di campagna tra misure in situ e valori critici dello sforzo ciclico di taglio che hanno causato liquefazione durante terremoti passati.

Lo sforzo ciclico di taglio CSR viene stimato con l'espressione semplificata:

$$(3.9) CSR = 0,65 \frac{a_g}{g} S \frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}} \frac{r_d}{MSF}$$

dove S è il coefficiente di profilo stratigrafico, definito come segue:

tabella 4

Categoria suolo	Spettri di Tipo 1 S (M > 5,5)	Spettri di Tipo 2 S (M ≤ 5,5)
A	1,00	1,00
B	1,20	1,35
C	1,15	1,50
D	1,35	1,80
E	1,40	1,60

Il fattore di correzione della magnitudo MSF consigliato dalla normativa è quello di Ambraseys (Tabella 2).

Nel caso vengano utilizzati dati provenienti da prove SPT la resistenza alla liquefazione viene calcolata mediante la seguente relazione di Blake, 1997:

$$(4.0) CRR = \frac{0,04844 - 0,004721 (N_{1,60})_{cs} + 0,0006136 [(N_{1,60})_{cs}]^2 - 0,00001673 [(N_{1,60})_{cs}]^3}{1 - 0,1248 (N_{1,60})_{cs} + 0,009578 [(N_{1,60})_{cs}]^2 - 0,0003285 [(N_{1,60})_{cs}]^3 + 0,000003714 [(N_{1,60})_{cs}]^4}$$

dove $(N_{1,60})_{cs}$ viene valutato con il metodo proposto da Youd e Idriss (1997) e raccomandato dal NCEER:

$$(4.1) (N_{1,60})_{cs} = \alpha + \beta N_{1,60}$$

dove $N_{1,60}$ è la normalizzazione dei valori misurati dell'indice N_m (ridotti del 25% per profondità < 3 m) nella prova SPT rispetto ad una pressione efficace di confinamento di 100 KPa ed a un valore del rapporto tra l'energia di impatto e l'energia teorica di caduta libera pari al 60%, cioè:

$$(4.2a) N_{1,60} = C_N C_E N_m$$

$$(4.2b) C_N = \left(\frac{100}{\sigma'_{vo}} \right)^{0.5}$$

$$(4.2c) C_E = \frac{ER}{60}$$

dove ER è pari al (rapporto dell'energia misurato rispetto al valore teorico) $\times 100$ e dipende dal tipo di strumento utilizzato (Tabella 5).

tabella 5

Attrezzatura	CE
Safety Hammer	0,7 - 1,2
Donut Hammer (USA)	0,5 - 1,0
Donut Hammer (Giappone)	1,1 - 1,4
Automatic-Trip Hammer (Tipo Donut o Safety)	0,8 - 1,4

I parametri α e β , invece, dipendono dalla frazione fine FC :

$\alpha = 0$	per $FC \leq 5\%$
$\alpha = \exp[1,76 - (190 / FC^2)]$	per $5\% < FC \leq 35\%$
$\alpha = 5$	per $FC > 35\%$
$\beta = 1,0$	per $FC \leq 5\%$
$\beta = [0,99 + (FC^{1,5} / 1000)]$	per $5\% < FC \leq 35\%$
$\beta = 1,2$	per $FC > 35\%$

Se invece si possiedono dati provenienti da una prova penetrometrica statica (CPT), i valori di resistenza alla punta misurati q_c devono essere normalizzati rispetto ad una pressione efficace di confinamento pari a 100 KPa e vanno calcolati mediante la (3.0). Per poter tenere conto della eventuale presenza di fini, il software utilizza il metodo di Robertson e Wride.

Poiché, come dimostrato, è possibile assumere:

$$(4.3) \frac{(q_{c1N})_{cs}}{(N_{1,60})_{cs}} = 5$$

come proposto dall'EC8, derivato $(N_{1,60})_{cs}$ dalla (4.2a), si utilizza la (4.0) per il calcolo di CRR.

Quando invece si possiedono dati provenienti da prove sismiche di rifrazione, si calcola la velocità di propagazione normalizzata con la (3.7) e la resistenza alla liquefazione mediante la formula di Andrus e Stokoe (3.8):

Rispetto alla normativa europea, la normativa italiana (NTC 2008) è meno accurata e non fornisce proposte di metodologie per valutare il potenziale di liquefazione.

La normativa richiede che il controllo della possibilità di liquefazione venga effettuato quando la falda freatica si trova in prossimità della superficie ed il terreno di fondazione comprende strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda, anche se contenenti una frazione fine limo-argillosa.

La normativa esclude il pericolo di liquefazione se il terreno saturo si trova ad una profondità superiore a 15 m o se $agS < 0,15g$ e, contemporaneamente, si verifica una delle seguenti condizioni:

- contenuto in argilla superiore al 20%, con indice di plasticità > 10 ;
- contenuto di limo superiore al 35% e resistenza $N_{1,60} > 20$;
- frazione fine trascurabile e resistenza $N_{1,60} > 25$.

Come la normativa europea, quella italiana ritiene che la suscettibilità a liquefazione deve essere verificata come minimo mediante i metodi generalmente accettati dall'ingegneria geotecnica, basati su correlazioni di campagna tra misure in situ e valori critici dello sforzo ciclico di taglio che hanno causato liquefazione durante terremoti passati.

Lo sforzo ciclico di taglio CSR viene stimato con l'espressione semplificata:

$$(4.4) CSR = 0,65 S \frac{a_g}{g} \frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}} \frac{r_d}{MSF} \frac{1}{K_\sigma}$$

dove S è il coefficiente di profilo stratigrafico, definito come segue:

tabella 6

Categoria suolo	S
A	1,00
B, C, E	1,25
D	1,35

Il coefficiente riduttivo r_d viene valutato secondo quanto proposto da Idriss (1999):

$$(4.5a) r_d = \exp [\alpha(z) + \beta(z)M]$$

$$(4.5b) \alpha(z) = -1,012 - 1,126 \operatorname{sen} \left[\left(\frac{z}{11,73} \right) + 5,133 \right]$$

$$(4.5c) \beta(z) = 0,106 + 0,118 \operatorname{sen} \left[\left(\frac{z}{11,28} \right) + 5,142 \right]$$

Il fattore di correzione della magnitudo MSF utilizzato dal programma è quello raccomandato dal NCEER (Tabella 2).

K_σ è un fattore di correzione della tensione litostatica compreso fra 1 e 1,5 (Olsen, 1984):

$$K_\sigma = 1 \quad \text{per } \sigma'_{vo} < 100$$

$$K_\sigma = (\sigma'_{vo}/100)^f - 1 \quad \text{per } \sigma'_{vo} \geq 100$$

dove f è un parametro funzione di $(N_{1,60})$ e σ'_{vo} .

La resistenza alla liquefazione viene calcolata mediante la seguente espressione:

$$(4.6) CRR = \left[\frac{1}{34 - (N_{1,60})_{cs}} \right] \frac{(N_{1,60})_{cs}}{135} + \left[\frac{50}{10(N_{1,60})_{cs} + 45} \right]^2 - \frac{1}{200}$$

dove $(N_{1,60})_{cs}$ viene calcolato mediante la (4.1), nella quale però $N_{1,60}$ è valutato nel seguente modo:

$$(4.7) N_{1,60} = C_N C_E C_R C_S C_B N_m$$

dove C_N e C_E sono calcolati mediante la (4.2b) e la (4.2c).

C_R è un fattore di correzione per la lunghezza L delle aste della prova pari a:

tabella 7

L	CR
≤ 3	0,75
$3 < L \leq 4$	0,80
$4 < L \leq 6$	0,85
$6 < L \leq 10$	0,95
> 10	1,00

C_S è un fattore di correzione per il tipo di campionatore:

per campionatori di tipo standard C_S è sempre uguale a 1,0

per campionatori di tipo non-standard C_S è compreso fra 1,1 e 1,3

C_B è un fattore di correzione per il diametro del foro di sondaggio ed è pari a:

tabella 8

Diametro foro	CB
65 - 115 mm	1,00
115 - 150 mm	1,05
150 - 200 mm	1,15

Secondo le normative europea e italiana è suscettibile di liquefazione un terreno in cui lo sforzo di taglio generato dal terremoto supera l'80% dello sforzo critico che ha provocato liquefazione durante terremoti passati e quindi deve essere $FS \leq 1,25$.

La probabilità di liquefazione PL, invece, è data dall'espressione di Juang et al. (2001):

$$(4.8) P_L = \frac{1}{1 + \left(\frac{F_s}{0,72} \right)^{3,1}}$$

5.7.3 Valutazione della suscettibilità alla liquefazione nel territorio di Bomporto

Per verificare la possibilità di occorrenza di fenomeni di liquefazione sul territorio comunale di Bomporto sono state impiegate quelle procedure che nell'Ingegneria Geotecnica Sismica vengono denominati "metodi semplificati"; tra i metodi basati su prove CPT è stato utilizzato il metodo di Robertson e Wride (1998).

La suscettibilità di un terreno al fenomeno della liquefazione è in relazione al fattore di sicurezza a liquefazione FL nel seguente modo:

- $FL > 1$ la liquefazione è da escludere
- $FL < 1$ la liquefazione è possibile.

Per la realizzazione della stima dei fenomeni di liquefazione nel territorio comunale sono state utilizzate le prove CPT eseguite nella campagna d'indagine geognostica appositamente predisposta per la realizzazione del presente studio, inoltre sono state considerate parte delle CPT, precedentemente raccolte e selezionate per la redazione del QC, eseguite in prossimità delle zone nelle quali sono stati individuati gli ambiti di possibile nuova urbanizzazione.

Per tutte le prove penetrometriche statiche selezionate è stata eseguita la suddivisione litostratigrafica, in modo da individuare quelle caratterizzate dalla presenza di depositi granulari fini, con livello superiore della falda a profondità minore di 20 m, potenzialmente suscettibili al fenomeno della liquefazione. Dalle verifiche sono state escluse le zone caratterizzate da una prevalenza di terreni coesivi.

Per quanto riguarda il livello della falda considerato si è fatto riferimento alle recenti misurazioni dell'acqua nei fori delle CPT, mentre per le verifiche delle prove raccolte da bibliografia si è fatto al livello di falda riportato nella "Carta della Soggiacenza" allegata al PSC.

Sulle prove individuate, caratterizzate dalla presenza di livelli granulari fini e da terreni misti argilloso sabbiosi dello spessore minimo $>0,4$ m, sono state eseguite le verifiche a liquefazione utilizzando il software "Liquiter" della "Geostru", inserendo una magnitudo attesa di 5,5.

Per le CPT considerate, dalle verifiche eseguite, è emerso che alcune risulterebbero suscettibili al fenomeno della liquefazione; siccome il metodo utilizzato è da considerarsi speditivo così come i risultati ottenuti, per le aree individuate a rischio di liquefazione si è preferito rimandare ad un successivo approfondimento diagnostico la corretta valutazione circa l'occorrenza del fenomeno.

Per ogni ambito di urbanizzazione verranno di seguito riportati i tabulati ed i risultati di calcolo relativi alle prove considerate per ciascuna area.

CALCOLO DELLA SUSCETTIBILITA' DI LIQUEFAZIONE AMBITO ARS_I- CPT 3

Dati generali

Numero di strati = 9

Profondità della falda = 1,2 m

Magnitudo del sisma = 5,5

Accelerazione massima al suolo = 0,15

Strato Nr.	Descrizione (-)	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso di volume secco (KN/mc)	Peso di volume saturato (KN/mc)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza all'attrito laterale fs (KPa)
1	Argilla inorganica di media consistenza	0	1,4	17,65	18,44	724,71	34,32
2	Argilla inorganica di media consistenza	1,4	2,4	18,34	19,12	1091,48	42,17
3	Argille sabbiose e limose	2,4	8	18,73	19,52	1442,56	47,07
4	Argille sabbiose e limose	8	8,6	18,83	19,61	1560,24	56,88
5	Argilla inorganica compatta	8,6	9,4	18,63	19,42	1452,36	65,70
6	Argilla inorganica di media consistenza	9,4	10,6	17,85	18,63	959,09	39,23
7	Argilla inorganica molto compatta	10,6	15,4	19,61	20,4	2593,86	127,49
8	Argille sabbiose e limose	15,4	19,4	20,4	21,18	4027,59	185,35
9	Argille sabbiose e limose	19,4	21,4	19,52	20,3	2518,35	102,97

Metodo di Robertson e Wride (1997)

Risultati

Correzione per la magnitudo (MSF) = 2,21

Verifica Nr.	Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale efficace (KPa)	Resistenza alla punta normalizzata Q	Attrito laterale normalizzato F (%)	Indice di comportamento Ic	Correzione per la pressione litostatica efficace CQ	Resistenza alla punta corretta qc1N (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza (Fs)	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio di liquefazione
1	1,40	24,87	22,91										NL	0	MB
2	1,60	28,69	24,77										NL	0	MB
3	1,80	32,52	26,63										NL	0	MB
4	2,00	36,34	28,49										NL	0	MB
5	2,20	40,16	30,36										NL	0	MB
6	2,40	43,99	32,22										NL	0	MB
7	2,60	47,89	34,16	32,28	3,37	2,63	1,70	85,76	0,98	0,14	0,06	2,29	NL	0	MB
8	2,80	51,80	36,11	30,97	3,38	2,64	1,70	88,05	0,98	0,14	0,06	2,32	NL	0	MB
9	3,00	55,70	38,05	29,78	3,39	2,66	1,70	90,28	0,98	0,15	0,06	2,35	NL	0	MB
10	3,20	59,60	39,99	34,58	3,40	2,61							NL		
11	3,40	63,51	41,93	32,89	3,41	2,62							NL		
12	3,60	67,41	43,88	31,34	3,42	2,64							NL		
13	3,80	71,32	45,82	29,93	3,43	2,66							NL		
14	4,00	75,22	47,76	28,63	3,44	2,67							NL		
15	4,20	79,12	49,70	27,43	3,45	2,69							NL		
16	4,40	83,03	51,65	26,32	3,46	2,70							NL		
17	4,60	86,93	53,59	25,30	3,47	2,72							NL		
18	4,80	90,84	55,53	24,34	3,48	2,73							NL		
19	5,00	94,74	57,47	23,45	3,49	2,74							NL		
20	5,20	98,64	59,42	22,62	3,50	2,75							NL		
21	5,40	102,55	61,36	21,84	3,51	2,77							NL		
22	5,60	106,45	63,30	21,11	3,52	2,78							NL		
23	5,80	110,36	65,25	20,42	3,53	2,79							NL		
24	6,00	114,26	67,19	19,77	3,54	2,80							NL		
25	6,20	118,16	69,13	19,16	3,55	2,81							NL		
26	6,40	122,07	71,07	18,58	3,56	2,83							NL		
27	6,60	125,97	73,02	18,03	3,58	2,84							NL		
28	6,80	129,88	74,96	17,51	3,59	2,85							NL		
29	7,00	133,78	76,90	17,02	3,60	2,86							NL		
30	7,20	137,68	78,84	16,55	3,61	2,87							NL		
31	7,40	141,59	80,79	16,10	3,62	2,88							NL		
32	7,60	145,49	82,73	15,68	3,63	2,89							NL		
33	7,80	149,40	84,67	15,27	3,64	2,90							NL		
34	8,00	153,30	86,61	14,89	3,65	2,91							NL		
35	8,20	157,22	88,58	15,84	4,05	2,91							NL		
36	8,40	161,14	90,54	15,45	4,07	2,92							NL		
37	8,60	165,07	92,50	15,08	4,08	2,93							NL		
38	8,80	168,95	94,42										NL	0	MB
39	9,00	172,83	96,34										NL	0	MB
40	9,20	176,72	98,26										NL	0	MB
41	9,40	180,60	100,19										NL	0	MB
42	9,60	184,33	101,95										NL	0	MB
43	9,80	188,05	103,72										NL	0	MB
44	10,00	191,78	105,48										NL	0	MB
45	10,20	195,51	107,25										NL	0	MB
46	10,40	199,23	109,01										NL	0	MB
47	10,60	202,96	110,78										NL	0	MB
48	10,80	207,04	112,89										NL	0	MB
49	11,00	211,12	115,01										NL	0	MB
50	11,20	215,20	117,13										NL	0	MB
51	11,40	219,28	119,25										NL	0	MB
52	11,60	223,36	121,37										NL	0	MB
53	11,80	227,44	123,49										NL	0	MB
54	12,00	231,52	125,61										NL	0	MB

55	12,20	235,60	127,72										NL	0	MB
56	12,40	239,68	129,84										NL	0	MB
57	12,60	243,76	131,96										NL	0	MB
58	12,80	247,84	134,08										NL	0	MB
59	13,00	251,92	136,20										NL	0	MB
60	13,20	256,00	138,32										NL	0	MB
61	13,40	260,08	140,44										NL	0	MB
62	13,60	264,16	142,56										NL	0	MB
63	13,80	268,24	144,67										NL	0	MB
64	14,00	272,32	146,79										NL	0	MB
65	14,20	276,40	148,91										NL	0	MB
66	14,40	280,48	151,03										NL	0	MB
67	14,60	284,56	153,15										NL	0	MB
68	14,80	288,64	155,27										NL	0	MB
69	15,00	292,72	157,39										NL	0	MB
70	15,20	296,80	159,50										NL	0	MB
71	15,40	300,88	161,62										NL	0	MB
72	15,60	305,11	163,90	22,71	4,98	2,85							NL		
73	15,80	309,35	166,17	22,38	4,98	2,86							NL		
74	16,00	313,59	168,45	22,05	4,99	2,86							NL		
75	16,20	317,82	170,72	21,73	5,00	2,87							NL		
76	16,40	322,06	173,00	21,42	5,00	2,87							NL		
77	16,60	326,29	175,27	21,12	5,01	2,88							NL		
78	16,80	330,53	177,55	20,82	5,01	2,88							NL		
79	17,00	334,77	179,82	20,54	5,02	2,89							NL		
80	17,20	339,00	182,10	20,26	5,02	2,89							NL		
81	17,40	343,24	184,37	19,98	5,03	2,90							NL		
82	17,60	347,47	186,64	19,72	5,04	2,90							NL		
83	17,80	351,71	188,92	19,46	5,04	2,91							NL		
84	18,00	355,95	191,19	19,20	5,05	2,91							NL		
85	18,20	360,18	193,47	18,96	5,05	2,92							NL		
86	18,40	364,42	195,74	18,71	5,06	2,92							NL		
87	18,60	368,65	198,02	18,48	5,07	2,93							NL		
88	18,80	372,89	200,29	18,25	5,07	2,93							NL		
89	19,00	377,13	202,57	18,02	5,08	2,93							NL		
90	19,20	381,36	204,84	17,80	5,08	2,94							NL		
91	19,40	385,60	207,12	17,58	5,09	2,94							NL		
92	19,60	389,66	209,22	10,17	4,84	3,11							NL		
93	19,80	393,72	211,31	10,05	4,85	3,12							NL		
94	20,00	397,78	213,41	9,94	4,86	3,12							NL		

MB = Molto Basso

CALCOLO DELLA SUSCETTIBILITA' DI LIQUEFAZIONE AMBITO ARS_II- CPT 202013C014A

Dati generali

Numero di strati = 7

Profondità della falda = 2,6 m

Magnitudo del sisma = 5,5

Accelerazione massima al suolo = 0,15

Strato Nr.	Descrizione (-)	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso di volume secco (KN/mc)	Peso di volume saturo (KN/mc)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza all'attrito laterale fs (KPa)
1	Argille sabbiose e limose	0	1,6	17,65	20,59	3040,06	117,68
2	Argille sabbiose e limose	1,6	3	17,65	20,59	921,83	29,42
3	Argilla inorganica di media consistenza	3	4,2	17,65	18,63	755,11	39,23
4	Argilla inorganica compatta	4,2	4,8	18,63	19,61	1441,58	58,84
5	Argilla inorganica di media consistenza	4,8	6,8	17,65	17,65	647,24	29,42
6	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi	6,8	7,4	17,65	20,59	1667,13	49,03
7	Argilla inorganica di media consistenza	7,4	9,8	18,63	18,63	1039,50	39,23

Metodo di Robertson e Wride (1997)

Risultati

Correzione per la magnitudo (MSF) = 2,21

Verifica Nr.	Profondità dal p. c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale efficace (KPa)	Resistenza alla punta normalizzata Q	Attrito laterale normalizzato F (%)	Indice di comportamento Ic	Correzione per la pressione e litostatica efficace CQ	Resistenza alla punta corretta qc1N (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza (Fs)	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio di liquefazione
1	2,80	50,01	48,05	18,14	3,37	2,82							NL		
2	3,00	54,13	50,20	17,28	3,39	2,84							NL		
3	3,20	57,85	51,97										NL	0	MB
4	3,40	61,58	53,73										NL	0	MB
5	3,60	65,30	55,50										NL	0	MB
6	3,80	69,03	57,26										NL	0	MB
7	4,00	72,76	59,03										NL	0	MB
8	4,20	76,48	60,79										NL	0	MB
9	4,40	80,40	62,75										NL	0	MB
10	4,60	84,33	64,71										NL	0	MB
11	4,80	88,25	66,67										NL	0	MB
12	5,00	91,78	68,24										NL	0	MB
13	5,20	95,31	69,81										NL	0	MB
14	5,40	98,84	71,38										NL	0	MB
15	5,60	102,37	72,95										NL	0	MB
16	5,80	105,90	74,52										NL	0	MB
17	6,00	109,43	76,09										NL	0	MB
18	6,20	112,96	77,65										NL	0	MB
19	6,40	116,49	79,22										NL	0	MB
20	6,60	120,02	80,79										NL	0	MB
21	6,80	123,55	82,36										NL	0	MB
22	7,00	127,67	84,52	18,21	3,18	2,80							NL	0	MB
23	7,20	131,78	86,67	17,71	3,19	2,81							NL	0	MB
24	7,40	135,90	88,83	17,24	3,20	2,82							NL	0	MB
25	7,60	139,63	90,59										NL	0	MB
26	7,80	143,35	92,36										NL	0	MB
27	8,00	147,08	94,12										NL	0	MB
28	8,20	150,81	95,89										NL	0	MB
29	8,40	154,53	97,65										NL	0	MB
30	8,60	158,26	99,42										NL	0	MB
31	8,80	161,98	101,18										NL	0	MB
32	9,00	165,71	102,95										NL	0	MB
33	9,20	169,44	104,71										NL	0	MB
34	9,40	173,16	106,48										NL	0	MB
35	9,60	176,89	108,24										NL	0	MB
36	9,80	180,61	110,01										NL	0	MB

MB = Molto Basso

CALCOLO DELLA SUSCETTIBILITA' DI LIQUEFAZIONE AMBITO ARS_III- CPT 5

Dati generali

Numero di strati = 11

Profondità della falda = 1,2 m

Magnitudo del sisma = 5,5

Accelerazione massima al suolo = 0,15

Strato Nr.	Descrizione (-)	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso di volume secco (KN/mc)	Peso di volume saturato (KN/mc)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza all'attrito laterale fs (KPa)
1	Argilla inorganica compatta	0	1,8	18,83	19,61	1477,86	72,57
2	Argilla inorganica di media consistenza	1,8	3,2	18,14	18,93	993,41	37,27
3	Sabbie Sciolte	3,2	3,6	18,63	21,57	1721,07	19,61
4	Argilla inorganica di media consistenza	3,6	5,8	17,65	18,44	729,61	29,42
5	Sabbie	5,8	6,2	18,63	21,57	2049,59	32,36
6	Argilla inorganica di media consistenza	6,2	9,8	18,34	19,12	1128,75	43,15
7	Sabbie	9,8	10,2	18,63	21,57	2299,66	32,36
8	Argilla inorganica compatta	10,2	11,2	18,93	19,71	1603,39	78,45
9	Argilla inorganica molto compatta	11,2	12	19,71	20,5	2565,42	147,10
10	Argille sabbiose e limose	12	13,8	20,4	21,18	3843,23	187,31
11	Argille sabbiose e limose	13,8	15	19,61	20,4	2390,86	101,99

Metodo di Robertson e Wride (1997)

Risultati

Correzione per la magnitudo (MSF) = 2,21

Verifica Nr.	Profondità dal p.c. (m)	Pressione e litostatica totale (KPa)	Pressione e verticale e efficace (KPa)	Resistenza alla punta normalizzata Q	Attrito laterale normalizzato F (%)	Indice di comportamento Ic	Correzione per la pressione e litostatica efficace CQ	Resistenza alla punta corretta qc1N (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza (Fs)	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio di liquefazione
1	1,40	26,52	24,56										NL	0	MB
2	1,60	30,44	26,52										NL	0	MB
3	1,80	34,36	28,48										NL	0	MB
4	2,00	38,15	30,30										NL	0	MB
5	2,20	41,93	32,13										NL	0	MB
6	2,40	45,72	33,95										NL	0	MB
7	2,60	49,51	35,78										NL	0	MB
8	2,80	53,29	37,60										NL	0	MB
9	3,00	57,08	39,43										NL	0	MB
10	3,20	60,86	41,25										NL	0	MB
11	3,40	65,18	43,60	26,06	1,18	2,43	1,51	63,08	0,97	0,10	0,06	1,61	NL	0	MB
12	3,60	69,49	45,96	25,39	1,19	2,44	1,48	62,98	0,97	0,10	0,06	1,59	NL	0	MB
13	3,80	73,18	47,68										NL	0	MB
14	4,00	76,87	49,41										NL	0	MB
15	4,20	80,56	51,14										NL	0	MB
16	4,40	84,24	52,86										NL	0	MB
17	4,60	87,93	54,59										NL	0	MB
18	4,80	91,62	56,32										NL	0	MB
19	5,00	95,31	58,04										NL	0	MB
20	5,20	99,00	59,77										NL	0	MB
21	5,40	102,68	61,50										NL	0	MB
22	5,60	106,37	63,22										NL	0	MB
23	5,80	110,06	64,95										NL	0	MB
24	6,00	114,37	67,30	24,98	1,67	2,53	1,22	72,52	0,95	0,12	0,07	1,62	NL	0	MB
25	6,20	118,69	69,65	24,56	1,68	2,53	1,20	72,21	0,95	0,12	0,07	1,61	NL	0	MB
26	6,40	122,51	71,52										NL	0	MB
27	6,60	126,34	73,38										NL	0	MB
28	6,80	130,16	75,24										NL	0	MB
29	7,00	133,98	77,11										NL	0	MB
30	7,20	137,81	78,97										NL	0	MB
31	7,40	141,63	80,83										NL	0	MB
32	7,60	145,46	82,69										NL	0	MB
33	7,80	149,28	84,56										NL	0	MB
34	8,00	153,10	86,42										NL	0	MB
35	8,20	156,93	88,28										NL	0	MB
36	8,40	160,75	90,14										NL	0	MB
37	8,60	164,58	92,01										NL	0	MB
38	8,80	168,40	93,87										NL	0	MB
39	9,00	172,22	95,73										NL	0	MB
40	9,20	176,05	97,59										NL	0	MB
41	9,40	179,87	99,46										NL	0	MB
42	9,60	183,70	101,32										NL	0	MB
43	9,80	187,52	103,18										NL	0	MB
44	10,00	191,83	105,54	22,38	1,54	2,54	0,97	66,94	0,91	0,11	0,07	1,48	NL	0	MB
45	10,20	196,15	107,89	22,14	1,54	2,55	0,96	66,80	0,90	0,11	0,07	1,49	NL	0	MB
46	10,40	200,09	109,87										NL	0	MB
47	10,60	204,03	111,85										NL	0	MB
48	10,80	207,97	113,83										NL	0	MB
49	11,00	211,92	115,81										NL	0	MB
50	11,20	215,86	117,79										NL	0	MB
51	11,40	219,96	119,93										NL	0	MB
52	11,60	224,06	122,07										NL	0	MB
53	11,80	228,16	124,21										NL	0	MB

54	12,00	232,26	126,35										NL	0	MB
55	12,20	236,49	128,62										NL	0	MB
56	12,40	240,73	130,90										NL	0	MB
57	12,60	244,97	133,17										NL	0	MB
58	12,80	249,20	135,44										NL	0	MB
59	13,00	253,44	137,72										NL	0	MB
60	13,20	257,67	139,99										NL	0	MB
61	13,40	261,91	142,27										NL	0	MB
62	13,60	266,15	144,54										NL	0	MB
63	13,80	270,38	146,82										NL	0	MB
64	14,00	274,46	148,94										NL	0	MB
65	14,20	278,54	151,06										NL	0	MB
66	14,40	282,62	153,17										NL	0	MB
67	14,60	286,70	155,29										NL	0	MB
68	14,80	290,78	157,41										NL	0	MB
69	15,00	294,86	159,53										NL	0	MB

MB = Molto Basso

CALCOLO DELLA SUSCETTIBILITA' DI LIQUEFAZIONE AMBITO ARS_V- CPT 9 - CPT 10 - CPT 11

CALCOLO DELLA SUSCETTIBILITA' DI LIQUEFAZIONE - CPT9

Dati generali

Numero di strati = 18

Profondità della falda = 1,1 m

Magnitudo del sisma = 5,5

Accelerazione massima al suolo = 0,15

Strato Nr.	Descrizione (-)	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso di volume secco (KN/mc)	Peso di volume saturo (KN/mc)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza all'attrito laterale fs (KPa)
1	Argille organiche e terreni misti	0	1	18,63	19,42	1255,25	91,20
2	Argilla inorganica di media consistenza	1	1,6	17,75	18,53	746,29	39,23
3	Argilla inorganica compatta	1,6	2,8	18,93	19,71	1539,64	78,45
4	Argilla inorganica di media consistenza	2,8	4	17,65	18,44	738,44	28,44
5	Argilla inorganica compatta	4	4,6	18,63	19,42	1310,17	51,98
6	Argilla inorganica di media consistenza	4,6	6,2	17,85	18,63	888,48	34,32
7	Argilla inorganica molto compatta	6,2	7,6	19,22	20,01	1922,10	117,68
8	Argille sabbiose e limose	7,6	8	19,02	19,81	1775,00	65,70
9	Argilla inorganica molto compatta	8	10	19,61	20,40	2521,29	121,60
10	Argilla inorganica compatta	10	12	18,63	19,42	1470,02	71,59
11	Argille sabbiose e limose	12	15	20,01	20,79	3157,74	143,18
12	Argille sabbiose e limose	15	16	18,63	19,42	1589,66	50,01
13	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi	16	16,2	19,32	20,10	2191,79	65,70
14	Argilla inorganica compatta	16,2	16,4	18,63	19,42	1603,39	78,45
15	Argille sabbiose e limose	16,4	16,6	19,61	20,40	2584,05	91,20

16	Argille sabbiose e limose	16,6	17,6	20,01	20,79	3258,75	159,85
17	Argille sabbiose e limose	17,6	18	19,42	20,20	2400,67	98,07
18	Argilla inorganica compatta	18	20	18,63	19,42	1636,73	71,59

Metodo di Robertson e Wride (1997)

Risultati

Correzione per la magnitudo (MSF) = 2,21

Verifica Nr.	Profondità dal p.c. (m)	Pressione e litostatica totale (KPa)	Pressione e verticale e efficace (KPa)	Resistenza alla punta normalizzata Q	Attrito laterale normalizzato F (%)	Indice di comportamento Ic	Correzione per la pressione e litostatica efficace CQ	Resistenza alla punta corretta qc1N (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza (Fs)	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio di liquefazione
1	1,30	24,11	22,15										NL	0	MB
2	1,50	27,82	23,89										NL	0	MB
3	1,70	31,64	25,76										NL	0	MB
4	1,90	35,58	27,74										NL	0	MB
5	2,10	39,53	29,72										NL	0	MB
6	2,30	43,47	31,70										NL	0	MB
7	2,50	47,41	33,68										NL	0	MB
8	2,70	51,35	35,66										NL	0	MB
9	2,90	55,17	37,51										NL	0	MB
10	3,10	58,85	39,24										NL	0	MB
11	3,30	62,54	40,97										NL	0	MB
12	3,50	66,23	42,69										NL	0	MB
13	3,70	69,92	44,42										NL	0	MB
14	3,90	73,61	46,15										NL	0	MB
15	4,10	77,39	47,97										NL	0	MB
16	4,30	81,28	49,89										NL	0	MB
17	4,50	85,16	51,82										NL	0	MB
18	4,70	88,97	53,66										NL	0	MB
19	4,90	92,69	55,43										NL	0	MB
20	5,10	96,42	57,19										NL	0	MB
21	5,30	100,14	58,96										NL	0	MB
22	5,50	103,87	60,72										NL	0	MB
23	5,70	107,60	62,48										NL	0	MB
24	5,90	111,32	64,25										NL	0	MB
25	6,10	115,05	66,01										NL	0	MB
26	6,30	118,91	67,92										NL	0	MB
27	6,50	122,91	69,96										NL	0	MB
28	6,70	126,92	72,00										NL	0	MB
29	6,90	130,92	74,04										NL	0	MB
30	7,10	134,92	76,08										NL	0	MB
31	7,30	138,92	78,12										NL	0	MB
32	7,50	142,92	80,16										NL	0	MB
33	7,70	146,91	82,18	19,81	4,04	2,84							NL		
34	7,90	150,87	84,18	19,29	4,05	2,85							NL		
35	8,10	154,89	86,24										NL	0	MB
36	8,30	158,97	88,36										NL	0	MB
37	8,50	163,05	90,48										NL	0	MB
38	8,70	167,13	92,60										NL	0	MB
39	8,90	171,21	94,72										NL	0	MB
40	9,10	175,29	96,83										NL	0	MB
41	9,30	179,37	98,95										NL	0	MB
42	9,50	183,45	101,07										NL	0	MB
43	9,70	187,53	103,19										NL	0	MB
44	9,90	191,61	105,31										NL	0	MB
45	10,10	195,59	107,33										NL	0	MB
46	10,30	199,47	109,25										NL	0	MB
47	10,50	203,36	111,18										NL	0	MB
48	10,70	207,24	113,10										NL	0	MB
49	10,90	211,13	115,02										NL	0	MB
50	11,10	215,01	116,94										NL	0	MB
51	11,30	218,89	118,87										NL	0	MB
52	11,50	222,78	120,79										NL	0	MB
53	11,70	226,66	122,71										NL	0	MB
54	11,90	230,55	124,63										NL	0	MB

55	12,10	234,57	126,69	23,07	4,90	2,84							NL		
56	12,30	238,73	128,89	22,65	4,91	2,85							NL		
57	12,50	242,88	131,09	22,24	4,91	2,86							NL		
58	12,70	247,04	133,28	21,84	4,92	2,86							NL		
59	12,90	251,20	135,48	21,45	4,93	2,87							NL		
60	13,10	255,36	137,68	21,08	4,93	2,88							NL		
61	13,30	259,52	139,87	20,72	4,94	2,88							NL		
62	13,50	263,67	142,07	20,37	4,95	2,89							NL		
63	13,70	267,83	144,27	20,03	4,95	2,89							NL		
64	13,90	271,99	146,46	19,70	4,96	2,90							NL		
65	14,10	276,15	148,66	19,38	4,97	2,90							NL		
66	14,30	280,31	150,86	19,07	4,98	2,91							NL		
67	14,50	284,46	153,05	18,77	4,98	2,92							NL		
68	14,70	288,62	155,25	18,48	4,99	2,92							NL		
69	14,90	292,78	157,45	18,20	5,00	2,93							NL		
70	15,10	296,80	159,51	8,11	3,87	3,13							NL		
71	15,30	300,68	161,43	7,98	3,88	3,14							NL		
72	15,50	304,57	163,35	7,87	3,89	3,15							NL		
73	15,70	308,45	165,27	7,75	3,90	3,15							NL		
74	15,90	312,34	167,20	7,64	3,92	3,16							NL		
75	16,10	316,29	169,19	11,09	3,50	3,00							NL		
76	16,30	320,24	171,18										NL	0	MB
77	16,50	324,22	173,20	13,05	4,04	2,98							NL		
78	16,70	328,34	175,36	16,71	5,45	2,98							NL		
79	16,90	332,50	177,55	16,48	5,46	2,98							NL		
80	17,10	336,66	179,75	16,26	5,47	2,99							NL		
81	17,30	340,82	181,95	16,04	5,48	2,99							NL		
82	17,50	344,97	184,14	15,82	5,49	3,00							NL		
83	17,70	349,07	186,28	11,01	4,78	3,08							NL		
84	17,90	353,11	188,36	10,87	4,79	3,09							NL		
85	18,10	357,07	190,36										NL	0	MB
86	18,30	360,96	192,28										NL	0	MB
87	18,50	364,84	194,21										NL	0	MB
88	18,70	368,73	196,13										NL	0	MB
89	18,90	372,61	198,05										NL	0	MB
90	19,10	376,49	199,97										NL	0	MB
91	19,30	380,38	201,90										NL	0	MB
92	19,50	384,26	203,82										NL	0	MB
93	19,70	388,15	205,74										NL	0	MB
94	19,90	392,03	207,67										NL	0	MB

MB = Molto Basso

CALCOLO DELLA SUSCETTIBILITA' DI LIQUEFAZIONE - CPT10

Dati generali

Numero di strati = 12

Profondità della falda = 1,2 m

Magnitudo del sisma = 5,5

Accelerazione massima al suolo = 0,15

Strato Nr.	Descrizione (-)	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso di volume secco (KN/mc)	Peso di volume saturo (KN/mc)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza all'attrito laterale fs (KPa)
1	Argille sabbiose e limose	0	1,2	18,44	19,22	1144,44	42,17
2	Argilla inorganica di media consistenza	1,2	1,4	17,36	18,14	615,86	26,48
3	Argilla inorganica di media consistenza	1,4	1,8	18,04	18,83	910,06	39,23
4	Argilla inorganica compatta	1,8	3	18,83	19,61	1443,54	67,67
5	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi	3	3,6	17,55	18,34	708,04	17,65
6	Argille sabbiose e limose	3,6	6,6	18,14	18,93	964,97	32,36
7	Argilla inorganica compatta	6,6	8,2	18,93	19,71	1626,92	81,40
8	Argille sabbiose e limose	8,2	8,8	19,61	20,4	2410,47	104,93
9	Argilla inorganica compatta	8,8	9,8	19,32	20,1	2015,27	94,14
10	Argilla inorganica molto compatta	9,8	12	19,81	20,59	2721,35	139,25
11	Argilla inorganica molto compatta	12	13,4	20,1	20,89	3234,23	167,69
12	Argille sabbiose e limose	13,4	15	19,81	20,59	2649,76	110,82

Metodo di Robertson e Wride (1997)

Risultati

Correzione per la magnitudo (MSF) = 2,21

Verifica Nr.	Profondità dal p.c. (m)	Pressione e litostatica totale (KPa)	Pressione e verticale e efficace (KPa)	Resistenza alla punta normalizzata Q	Attrito laterale normalizzato F (%)	Indice di comportamento Ic	Correzione per la pressione e litostatica efficace CQ	Resistenza alla punta corretta qc1N (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza (Fs)	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio di liquefazione
1	1,40	25,60	23,64										NL	0	MB
2	1,60	29,21	25,29										NL	0	MB
3	1,80	32,82	26,93										NL	0	MB
4	2,00	36,58	28,74										NL	0	MB
5	2,20	40,35	30,54										NL	0	MB
6	2,40	44,11	32,35										NL	0	MB
7	2,60	47,88	34,15										NL	0	MB
8	2,80	51,65	35,96										NL	0	MB
9	3,00	55,41	37,76										NL	0	MB
10	3,20	58,92	39,31	16,51	2,72	2,79							NL		
11	3,40	62,43	40,86	15,80	2,73	2,81							NL		
12	3,60	65,94	42,41	15,14	2,75	2,83							NL		
13	3,80	69,57	44,07	20,32	3,61	2,80							NL		
14	4,00	73,20	45,74	19,50	3,63	2,81							NL		
15	4,20	76,83	47,41	18,73	3,64	2,83							NL		
16	4,40	80,45	49,07	18,03	3,66	2,84							NL		
17	4,60	84,08	50,74	17,36	3,67	2,86							NL		
18	4,80	87,71	52,41	16,74	3,69	2,87							NL		
19	5,00	91,34	54,07	16,16	3,70	2,88							NL		
20	5,20	94,97	55,74	15,61	3,72	2,90							NL		
21	5,40	98,59	57,41	15,09	3,74	2,91							NL		
22	5,60	102,22	59,07	14,61	3,75	2,92							NL		
23	5,80	105,85	60,74	14,14	3,77	2,93							NL		
24	6,00	109,48	62,41	13,71	3,78	2,95							NL		
25	6,20	113,11	64,07	13,30	3,80	2,96							NL		
26	6,40	116,73	65,74	12,90	3,81	2,97							NL		
27	6,60	120,36	67,41	12,53	3,83	2,98							NL		
28	6,80	124,15	69,23										NL	0	MB
29	7,00	127,93	71,06										NL	0	MB
30	7,20	131,72	72,88										NL	0	MB
31	7,40	135,51	74,70										NL	0	MB
32	7,60	139,29	76,53										NL	0	MB
33	7,80	143,08	78,35										NL	0	MB
34	8,00	146,86	80,18										NL	0	MB
35	8,20	150,65	82,00										NL	0	MB
36	8,40	154,57	83,96	26,87	4,65	2,78							NL		
37	8,60	158,49	85,92	26,21	4,66	2,79							NL		
38	8,80	162,42	87,89	25,58	4,67	2,80							NL		
39	9,00	166,28	89,79										NL	0	MB
40	9,20	170,14	91,69										NL	0	MB
41	9,40	174,01	93,59										NL	0	MB
42	9,60	177,87	95,50										NL	0	MB
43	9,80	181,74	97,40										NL	0	MB
44	10,00	185,70	99,40										NL	0	MB
45	10,20	189,66	101,40										NL	0	MB
46	10,40	193,62	103,40										NL	0	MB
47	10,60	197,58	105,40										NL	0	MB
48	10,80	201,55	107,40										NL	0	MB
49	11,00	205,51	109,40										NL	0	MB
50	11,20	209,47	111,40										NL	0	MB
51	11,40	213,43	113,40										NL	0	MB
52	11,60	217,39	115,40										NL	0	MB
53	11,80	221,36	117,41										NL	0	MB
54	12,00	225,32	119,41										NL	0	MB

55	12,20	229,34	121,46										NL	0	MB
56	12,40	233,36	123,52										NL	0	MB
57	12,60	237,38	125,58										NL	0	MB
58	12,80	241,40	127,64										NL	0	MB
59	13,00	245,42	129,70										NL	0	MB
60	13,20	249,44	131,76										NL	0	MB
61	13,40	253,46	133,82										NL	0	MB
62	13,60	257,42	135,82	17,61	4,63	2,92							NL		
63	13,80	261,38	137,82	17,33	4,64	2,92							NL		
64	14,00	265,34	139,82	17,05	4,65	2,93							NL		
65	14,20	269,31	141,82	16,79	4,66	2,93							NL		
66	14,40	273,27	143,82	16,52	4,66	2,94							NL		
67	14,60	277,23	145,82	16,27	4,67	2,94							NL		
68	14,80	281,19	147,82	16,02	4,68	2,95							NL		
69	15,00	285,15	149,82	15,78	4,69	2,96							NL		

MB = Molto Basso

CALCOLO DELLA SUSCETTIBILITA' DI LIQUEFAZIONE - CPT11

Dati generali

Numero di strati = 10

Profondità della falda = 1,2 m

Magnitudo del sisma = 5,5

Accelerazione massima al suolo = 0,15

Strato Nr.	Descrizione (-)	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso di volume secco (KN/mc)	Peso di volume saturato (KN/mc)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza all'attrito laterale fs (KPa)
1	Argilla inorganica compatta	0	1	18,53	19,32	1190,53	60,80
2	Argilla inorganica di media consistenza	1	2,2	18,14	18,93	977,72	39,23
3	Argilla inorganica compatta	2,2	7	18,63	19,42	1375,87	75,51
4	Argilla inorganica molto compatta	7	9,6	19,61	20,4	2458,53	131,41
5	Argille organiche e terreni misti	9,6	10	18,83	19,61	1606,33	137,29
6	Argilla inorganica molto compatta	10	12,4	19,91	20,69	2921,40	153,96
7	Argille sabbiose e limose	12,4	13	20,69	21,48	4556,17	187,31
8	Argille sabbiose e limose	13	13,8	19,61	20,4	2591,90	117,68
9	Sabbie	13,8	14,6	18,63	21,57	4514,98	58,84
10	Sabbie	14,6	15	18,63	21,57	3635,33	39,23

Metodo di Robertson e Wride (1997)

Risultati

Correzione per la magnitudo (MSF) = 2,21

Verifica Nr.	Profondità dal p.c. (m)	Pressione e litostatica totale (KPa)	Pressione e verticale efficace (KPa)	Resistenza alla punta normalizzata Q	Attrito laterale normalizzato F (%)	Indice di comportamento Ic	Correzione per la pressione e litostatica efficace CQ	Resistenza alla punta corretta qc1N (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza (Fs)	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio di liquefazione
1	1,40	25,94	23,98										NL	0	MB
2	1,60	29,73	25,81										NL	0	MB
3	1,80	33,52	27,63										NL	0	MB
4	2,00	37,30	29,46										NL	0	MB
5	2,20	41,09	31,28										NL	0	MB
6	2,40	44,97	33,20										NL	0	MB
7	2,60	48,86	35,13										NL	0	MB
8	2,80	52,74	37,05										NL	0	MB
9	3,00	56,62	38,97										NL	0	MB
10	3,20	60,51	40,89										NL	0	MB
11	3,40	64,39	42,82										NL	0	MB
12	3,60	68,28	44,74										NL	0	MB
13	3,80	72,16	46,66										NL	0	MB
14	4,00	76,04	48,59										NL	0	MB
15	4,20	79,93	50,51										NL	0	MB
16	4,40	83,81	52,43										NL	0	MB
17	4,60	87,70	54,35										NL	0	MB
18	4,80	91,58	56,28										NL	0	MB
19	5,00	95,46	58,20										NL	0	MB
20	5,20	99,35	60,12										NL	0	MB
21	5,40	103,23	62,04										NL	0	MB
22	5,60	107,12	63,97										NL	0	MB
23	5,80	111,00	65,89										NL	0	MB
24	6,00	114,88	67,81										NL	0	MB
25	6,20	118,77	69,73										NL	0	MB
26	6,40	122,65	71,66										NL	0	MB
27	6,60	126,54	73,58										NL	0	MB
28	6,80	130,42	75,50										NL	0	MB
29	7,00	134,30	77,43										NL	0	MB
30	7,20	138,38	79,54										NL	0	MB
31	7,40	142,46	81,66										NL	0	MB
32	7,60	146,54	83,78										NL	0	MB
33	7,80	150,62	85,90										NL	0	MB
34	8,00	154,70	88,02										NL	0	MB
35	8,20	158,78	90,14										NL	0	MB
36	8,40	162,86	92,26										NL	0	MB
37	8,60	166,94	94,37										NL	0	MB
38	8,80	171,02	96,49										NL	0	MB
39	9,00	175,10	98,61										NL	0	MB
40	9,20	179,18	100,73										NL	0	MB
41	9,40	183,26	102,85										NL	0	MB
42	9,60	187,34	104,97										NL	0	MB
43	9,80	191,27	106,93										NL	0	MB
44	10,00	195,19	108,89										NL	0	MB
45	10,20	199,33	111,07										NL	0	MB
46	10,40	203,46	113,24										NL	0	MB
47	10,60	207,60	115,42										NL	0	MB
48	10,80	211,74	117,60										NL	0	MB
49	11,00	215,88	119,77										NL	0	MB
50	11,20	220,02	121,95										NL	0	MB
51	11,40	224,15	124,13										NL	0	MB
52	11,60	228,29	126,30										NL	0	MB
53	11,80	232,43	128,48										NL	0	MB
54	12,00	236,57	130,66										NL	0	MB

55	12,20	240,71	132,83										NL	0	MB
56	12,40	244,84	135,01										NL	0	MB
57	12,60	249,14	137,34	31,36	4,35	2,71							NL		
58	12,80	253,44	139,68	30,80	4,35	2,72							NL		
59	13,00	257,73	142,01	30,27	4,36	2,72							NL		
60	13,20	261,81	144,13	16,17	5,05	2,97							NL		
61	13,40	265,89	146,25	15,90	5,06	2,97							NL		
62	13,60	269,97	148,37	15,65	5,07	2,98							NL		
63	13,80	274,05	150,49	15,40	5,08	2,99							NL		
64	14,00	278,37	152,84	36,52	1,39	2,34	0,81	76,75	0,80	0,12	0,06	1,90	NL	0	MB
65	14,20	282,68	155,19	36,24	1,39	2,35	0,80	76,19	0,79	0,12	0,06	1,90	NL	0	MB
66	14,40	286,99	157,55	35,97	1,39	2,35	0,80	76,57	0,79	0,12	0,06	1,92	NL	0	MB
67	14,60	291,31	159,90	35,71	1,39	2,35	0,79	75,99	0,78	0,12	0,06	1,92	NL	0	MB
68	14,80	295,62	162,25	28,54	1,17	2,39	0,79	65,49	0,78	0,11	0,06	1,70	NL	0	MB
69	15,00	299,94	164,60	28,34	1,18	2,40	0,78	65,00	0,77	0,11	0,06	1,70	NL	0	MB

MB = Molto Basso

CALCOLO DELLA SUSCETTIBILITA' DI LIQUEFAZIONE AMBITO APC I - CPT 4

Dati generali

Numero di strati = 15

Profondità della falda = 1,2 m

Magnitudo del sisma = 5,5

Accelerazione massima al suolo = 0,15

Strato Nr.	Descrizione (-)	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso di volume secco (KN/mc)	Peso di volume saturato (KN/mc)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza all'attrito laterale fs (KPa)
1	Argilla inorganica compatta	0	0,8	19,22	20,01	1778,93	85,32
2	Argille sabbiose e limose	0,8	1,4	17,95	18,73	872,79	30,40
3	Sabbie Sciolte	1,4	1,8	17,65	20,59	1694,59	32,36
4	Sabbie	1,8	4,4	18,63	21,57	2537,96	28,44
5	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi	4,4	5	18,83	19,61	1506,30	39,23
6	Sabbie Sciolte	5	6,4	18,63	0	3195,01	37,27
7	Argilla inorganica di media consistenza	6,4	7	17,26	18,04	617,82	21,57
8	Sabbie	7	8	18,63	20,59	2383,02	23,54
9	Sabbie	8	9,6	18,63	20,59	4171,75	42,17
10	Sabbie	9,6	10	18,63	20,59	7196,12	39,23
11	Argilla inorganica compatta	10	12	19,02	19,81	1685,76	85,32
12	Argilla inorganica molto compatta	12	14,8	20,01	20,79	3102,82	156,91
13	Argilla inorganica compatta	14,8	15,6	18,63	19,42	1438,64	71,59
14	Argilla inorganica molto compatta	15,6	18,8	19,42	20,2	2249,65	105,91
15	Argilla inorganica compatta	18,8	20	18,93	19,71	1739,70	89,24

Metodo di Robertson e Wride (1997)

Risultati

Correzione per la magnitudo (MSF) = 2,21

Verifica Nr.	Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale efficace (KPa)	Resistenza alla punta normalizzata Q	Attrito laterale normalizzato F (%)	Indice di comportamento Ic	Correzione per la pressione litostatica efficace CQ	Resistenza alla punta corretta qc1N (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza (Fs)	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio di liquefazione
1	1,40	26,30	24,34	34,78	3,59	2,62							NL		
2	1,60	30,42	26,50	32,92	1,94	2,47	1,70	75,19	0,99	0,12	0,05	2,39	NL	0	MB
3	1,80	34,54	28,65	31,66	1,95	2,48	1,70	77,13	0,99	0,12	0,05	2,34	NL	0	MB
4	2,00	38,85	31,01	45,58	1,14	2,22	1,70	73,61	0,98	0,12	0,05	2,15	NL	0	MB
5	2,20	43,17	33,36	43,94	1,14	2,23	1,70	75,12	0,98	0,12	0,06	2,13	NL	0	MB
6	2,40	47,48	35,71	42,47	1,14	2,24	1,67	75,23	0,98	0,12	0,06	2,08	NL	0	MB
7	2,60	51,79	38,06	41,14	1,14	2,25	1,62	74,34	0,98	0,12	0,06	2,01	NL	0	MB
8	2,80	56,11	40,42	39,92	1,15	2,26	1,57	73,33	0,98	0,12	0,06	1,95	NL	0	MB
9	3,00	60,42	42,77	38,81	1,15	2,28	1,53	72,68	0,98	0,12	0,06	1,90	NL	0	MB
10	3,20	64,74	45,12	37,78	1,15	2,29	1,49	71,94	0,98	0,11	0,06	1,86	NL	0	MB
11	3,40	69,05	47,48	36,83	1,15	2,29	1,45	71,11	0,97	0,11	0,06	1,82	NL	0	MB
12	3,60	73,36	49,83	35,95	1,15	2,30	1,42	70,69	0,97	0,11	0,06	1,79	NL	0	MB
13	3,80	77,68	52,18	35,13	1,16	2,31	1,38	69,71	0,97	0,11	0,06	1,75	NL	0	MB
14	4,00	81,99	54,53	34,37	1,16	2,32	1,35	69,15	0,97	0,11	0,06	1,72	NL	0	MB
15	4,20	86,31	56,89	33,65	1,16	2,33	1,33	69,06	0,97	0,11	0,06	1,71	NL	0	MB
16	4,40	90,62	59,24	32,97	1,16	2,34	1,30	68,40	0,97	0,11	0,07	1,68	NL	0	MB
17	4,60	94,54	61,20	23,07	2,78	2,68							NL	0	MB
18	4,80	98,46	63,16	22,29	2,79	2,70							NL	0	MB
19	5,00	102,39	65,12	21,56	2,79	2,71							NL	0	MB
20	5,20	106,11	66,89	39,07	1,21	2,29	1,22	74,13	0,96	0,12	0,07	1,76	NL	0	MB
21	5,40	109,84	68,65	38,56	1,21	2,29	1,21	74,12	0,96	0,12	0,07	1,74	NL	0	MB
22	5,60	113,56	70,41	38,08	1,21	2,29	1,19	73,47	0,96	0,12	0,07	1,72	NL	0	MB
23	5,80	117,29	72,18	37,61	1,21	2,30	1,18	73,42	0,96	0,12	0,07	1,71	NL	0	MB
24	6,00	121,02	73,94	37,16	1,21	2,30	1,16	72,73	0,95	0,12	0,07	1,68	NL	0	MB
25	6,20	124,74	75,71	36,72	1,21	2,31	1,15	72,64	0,95	0,12	0,07	1,67	NL	0	MB
26	6,40	128,47	77,47	36,30	1,22	2,31	1,14	72,54	0,95	0,12	0,07	1,66	NL	0	MB
27	6,60	132,08	79,12	6,14	4,44	3,27							NL	0	MB
28	6,80	135,68	80,77	5,97	4,47	3,28							NL	0	MB
29	7,00	139,29	82,41	5,81	4,51	3,29							NL	0	MB
30	7,20	143,41	84,57	25,91	1,05	2,40	1,09	60,30	0,94	0,10	0,07	1,42	NL	0	MB
31	7,40	147,53	86,73	25,59	1,05	2,41	1,07	59,73	0,94	0,10	0,07	1,41	NL	0	MB
32	7,60	151,65	88,88	25,28	1,05	2,41	1,06	59,70	0,94	0,10	0,07	1,41	NL	0	MB
33	7,80	155,76	91,04	24,98	1,06	2,42	1,05	59,65	0,94	0,10	0,07	1,41	NL	0	MB
34	8,00	159,88	93,20	24,68	1,06	2,42	1,04	59,59	0,94	0,10	0,07	1,40	NL	0	MB
35	8,20	164,00	95,35	42,72	1,05	2,22	1,02	73,01	0,94	0,12	0,07	1,63	NL	0	MB
36	8,40	168,12	97,51	42,25	1,05	2,22	1,01	72,76	0,94	0,12	0,07	1,63	NL	0	MB
37	8,60	172,24	99,67	41,79	1,05	2,23	1,00	72,50	0,93	0,12	0,07	1,62	NL	0	MB
38	8,80	176,35	101,82	41,34	1,06	2,23	0,99	72,23	0,93	0,12	0,07	1,62	NL	0	MB
39	9,00	180,47	103,98	40,91	1,06	2,24	0,98	71,95	0,93	0,11	0,07	1,61	NL	0	MB
40	9,20	184,59	106,14	40,49	1,06	2,24	0,97	71,65	0,93	0,11	0,07	1,60	NL	0	MB
41	9,40	188,71	108,29	40,09	1,06	2,24	0,96	71,34	0,92	0,11	0,07	1,60	NL	0	MB
42	9,60	192,83	110,45	39,69	1,06	2,25	0,95	71,01	0,92	0,11	0,07	1,60	NL	0	MB
43	9,80	196,94	112,61	67,81	0,56	1,90	0,94	80,64	0,91	0,13	0,07	1,83	NL	0	MB
44	10,00	201,06	114,76	67,17	0,56	1,91	0,93	80,02	0,91	0,13	0,07	1,82	NL	0	MB
45	10,20	205,02	116,76										NL	0	MB
46	10,40	208,99	118,76										NL	0	MB
47	10,60	212,95	120,77										NL	0	MB
48	10,80	216,91	122,77										NL	0	MB
49	11,00	220,87	124,77										NL	0	MB
50	11,20	224,83	126,77										NL	0	MB
51	11,40	228,80	128,77										NL	0	MB
52	11,60	232,76	130,77										NL	0	MB
53	11,80	236,72	132,77										NL	0	MB
54	12,00	240,68	134,77										NL	0	MB

55	12,20	244,84	136,97										NL	0	MB
56	12,40	249,00	139,16										NL	0	MB
57	12,60	253,16	141,36										NL	0	MB
58	12,80	257,31	143,56										NL	0	MB
59	13,00	261,47	145,75										NL	0	MB
60	13,20	265,63	147,95										NL	0	MB
61	13,40	269,79	150,15										NL	0	MB
62	13,60	273,95	152,34										NL	0	MB
63	13,80	278,10	154,54										NL	0	MB
64	14,00	282,26	156,74										NL	0	MB
65	14,20	286,42	158,93										NL	0	MB
66	14,40	290,58	161,13										NL	0	MB
67	14,60	294,74	163,33										NL	0	MB
68	14,80	298,89	165,52										NL	0	MB
69	15,00	302,78	167,45										NL	0	MB
70	15,20	306,66	169,37										NL	0	MB
71	15,40	310,55	171,29										NL	0	MB
72	15,60	314,43	173,21										NL	0	MB
73	15,80	318,47	175,29										NL	0	MB
74	16,00	322,51	177,37										NL	0	MB
75	16,20	326,55	179,45										NL	0	MB
76	16,40	330,59	181,53										NL	0	MB
77	16,60	334,63	183,61										NL	0	MB
78	16,80	338,67	185,69										NL	0	MB
79	17,00	342,71	187,77										NL	0	MB
80	17,20	346,75	189,84										NL	0	MB
81	17,40	350,79	191,92										NL	0	MB
82	17,60	354,83	194,00										NL	0	MB
83	17,80	358,87	196,08										NL	0	MB
84	18,00	362,91	198,16										NL	0	MB
85	18,20	366,95	200,24										NL	0	MB
86	18,40	370,99	202,32										NL	0	MB
87	18,60	375,03	204,39										NL	0	MB
88	18,80	379,07	206,47										NL	0	MB
89	19,00	383,01	208,45										NL	0	MB
90	19,20	386,95	210,43										NL	0	MB
91	19,40	390,90	212,42										NL	0	MB
92	19,60	394,84	214,40										NL	0	MB
93	19,80	398,78	216,38										NL	0	MB
94	20,00	402,72	218,36										NL	0	MB

MB = Molto Basso

CALCOLO DELLA SUSCETTIBILITA' DI LIQUEFAZIONE AMBITO APR I - CPT 1

Dati generali

Numero di strati = 9

Profondità della falda = 1,1 m

Magnitudo del sisma = 5,5

Accelerazione massima al suolo = 0,15

Strato Nr.	Descrizione (-)	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso di volume secco (KN/mc)	Peso di volume saturato (KN/mc)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza all'attrito laterale fs (KPa)
1	Argille sabbiose e limose	0	4,6	17,75	18,53	778,65	23,54
2	Argilla inorganica di media consistenza	4,6	5,8	18,34	19,12	1122,86	48,05
3	Argilla inorganica di media consistenza	5,8	6,8	17,46	18,24	680,58	26,48
4	Argille sabbiose e limose	6,8	9	18,14	18,93	986,55	33,34
5	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi	9	10	19,32	20,1	2018,21	47,07
6	Argille sabbiose e limose	10	10,6	18,63	19,42	1390,58	48,05
7	Argilla inorganica di media consistenza	10,6	11,8	18,34	19,12	1138,55	43,15
8	Argilla inorganica molto compatta	11,8	12	19,22	20,01	1927,99	130,43
9	Argille sabbiose e limose	12	15	20,01	20,79	2974,36	125,53

Metodo di Robertson e Wride (1997)

Risultati

Correzione per la magnitudo (MSF) = 2,21

Verifica Nr.	Profondità dal p.c. (m)	Pressione e litostatica totale (KPa)	Pressione e verticale efficace (KPa)	Resistenza alla punta normalizzata Q	Attrito laterale normalizzato F (%)	Indice di comportamento Ic	Correzione per la pressione e litostatica efficace CQ	Resistenza alla punta corretta qc1N (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza (Fs)	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio di liquefazione
1	1,30	23,23	21,27										NL	0	MB
2	1,50	26,94	23,01										NL	0	MB
3	1,70	30,64	24,76										NL	0	MB
4	1,90	34,35	26,50										NL	0	MB
5	2,10	38,06	28,25										NL	0	MB
6	2,30	41,76	29,99										NL	0	MB
7	2,50	45,47	31,74										NL	0	MB
8	2,70	49,17	33,48										NL	0	MB
9	2,90	52,88	35,23										NL	0	MB
10	3,10	56,59	36,97										NL	0	MB
11	3,30	60,29	38,72										NL	0	MB
12	3,50	64,00	40,46										NL	0	MB
13	3,70	67,70	42,21										NL	0	MB
14	3,90	71,41	43,95										NL	0	MB
15	4,10	75,12	45,70										NL	0	MB
16	4,30	78,82	47,44										NL	0	MB
17	4,50	82,53	49,18										NL	0	MB
18	4,70	86,29	50,99	20,33	4,64	2,87							NL		
19	4,90	90,12	52,85	19,54	4,65	2,88							NL		
20	5,10	93,94	54,71	18,81	4,67	2,90							NL		
21	5,30	97,76	56,58	18,12	4,69	2,91							NL		
22	5,50	101,59	58,44	17,48	4,70	2,92							NL		
23	5,70	105,41	60,30	16,87	4,72	2,94							NL		
24	5,90	109,15	62,08										NL	0	MB
25	6,10	112,80	63,76										NL	0	MB
26	6,30	116,44	65,45										NL	0	MB
27	6,50	120,09	67,14										NL	0	MB
28	6,70	123,74	68,82										NL	0	MB
29	6,90	127,46	70,58	12,17	3,88	2,99							NL		
30	7,10	131,24	72,40	11,81	3,90	3,00							NL		
31	7,30	135,03	74,23	11,47	3,92	3,02							NL		
32	7,50	138,82	76,05	11,15	3,93	3,03							NL		
33	7,70	142,60	77,88	10,84	3,95	3,04							NL		
34	7,90	146,39	79,70	10,54	3,97	3,05							NL		
35	8,10	150,17	81,53	10,26	3,99	3,06							NL		
36	8,30	153,96	83,35	9,99	4,00	3,07							NL		
37	8,50	157,75	85,18	9,73	4,02	3,08							NL		
38	8,70	161,53	87,00	9,48	4,04	3,09							NL		
39	8,90	165,32	88,83	9,24	4,06	3,10							NL		
40	9,10	169,22	90,77	20,37	2,55	2,70							NL		
41	9,30	173,24	92,83	19,87	2,55	2,71							NL		
42	9,50	177,26	94,88	19,40	2,56	2,72							NL		
43	9,70	181,28	96,94	18,95	2,56	2,73							NL		
44	9,90	185,30	99,00	18,51	2,57	2,74							NL		
45	10,10	189,25	100,99	11,90	4,00	3,01							NL		
46	10,30	193,14	102,91	11,64	4,01	3,02							NL		
47	10,50	197,02	104,84	11,38	4,03	3,03							NL		
48	10,70	200,87	106,73										NL	0	MB
49	10,90	204,70	108,59										NL	0	MB
50	11,10	208,52	110,46										NL	0	MB
51	11,30	212,35	112,32										NL	0	MB
52	11,50	216,17	114,18										NL	0	MB
53	11,70	219,99	116,04										NL	0	MB
54	11,90	223,91	118,00										NL	0	MB

55	12,10	227,99	120,11	22,87	4,57	2,83							NL		
56	12,30	232,15	122,31	22,42	4,58	2,83							NL		
57	12,50	236,30	124,51	21,99	4,58	2,84							NL		
58	12,70	240,46	126,70	21,58	4,59	2,85							NL		
59	12,90	244,62	128,90	21,18	4,60	2,85							NL		
60	13,10	248,78	131,10	20,79	4,61	2,86							NL		
61	13,30	252,94	133,29	20,42	4,61	2,87							NL		
62	13,50	257,09	135,49	20,06	4,62	2,87							NL		
63	13,70	261,25	137,69	19,70	4,63	2,88							NL		
64	13,90	265,41	139,88	19,37	4,63	2,88							NL		
65	14,10	269,57	142,08	19,04	4,64	2,89							NL		
66	14,30	273,73	144,28	18,72	4,65	2,90							NL		
67	14,50	277,88	146,47	18,41	4,66	2,90							NL		
68	14,70	282,04	148,67	18,11	4,66	2,91							NL		
69	14,90	286,20	150,87	17,82	4,67	2,91							NL		

MB = Molto Basso

CALCOLO DELLA SUSCETTIBILITA' DI LIQUEFAZIONE AMBITO APR II - CPT 2

Dati generali

Numero di strati = 3

Profondità della falda = 1,2 m

Magnitudo del sisma = 5,5

Accelerazione massima al suolo = 0,15

Strato Nr.	Descrizione (-)	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso di volume secco (KN/mc)	Peso di volume saturato (KN/mc)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza all'attrito laterale fs (KPa)
1	Argilla inorganica di media consistenza	0	9,4	17,95	18,73	865,93	31,38
2	Sabbie	9,4	10,6	18,63	21,57	6386,09	56,88
3	Argille sabbiose e limose	10,6	15	19,91	20,69	2844,91	130,43

Metodo di Robertson e Wride (1997)

Risultati

Correzione per la magnitudo (MSF) = 2,21

Verifica Nr.	Profondità dal p.c. (m)	Pressione e litostatica totale (KPa)	Pressione e verticale e efficace (KPa)	Resistenza alla punta normalizzata Q	Attrito laterale normalizzato F (%)	Indice di comportamento Ic	Correzione per la pressione e litostatica efficace CQ	Resistenza alla punta corretta qc1N (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza (Fs)	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio di liquefazione
1	1,40	25,29	23,32										NL	0	MB
2	1,60	29,03	25,11										NL	0	MB
3	1,80	32,78	26,89										NL	0	MB
4	2,00	36,52	28,68										NL	0	MB
5	2,20	40,27	30,46										NL	0	MB
6	2,40	44,02	32,25										NL	0	MB
7	2,60	47,76	34,03										NL	0	MB
8	2,80	51,51	35,82										NL	0	MB
9	3,00	55,25	37,60										NL	0	MB
10	3,20	59,00	39,39										NL	0	MB
11	3,40	62,75	41,17										NL	0	MB
12	3,60	66,49	42,96										NL	0	MB
13	3,80	70,24	44,74										NL	0	MB
14	4,00	73,98	46,53										NL	0	MB
15	4,20	77,73	48,31										NL	0	MB
16	4,40	81,48	50,09										NL	0	MB
17	4,60	85,22	51,88										NL	0	MB
18	4,80	88,97	53,66										NL	0	MB
19	5,00	92,71	55,45										NL	0	MB
20	5,20	96,46	57,23										NL	0	MB
21	5,40	100,21	59,02										NL	0	MB
22	5,60	103,95	60,80										NL	0	MB
23	5,80	107,70	62,59										NL	0	MB
24	6,00	111,44	64,37										NL	0	MB
25	6,20	115,19	66,16										NL	0	MB
26	6,40	118,94	67,94										NL	0	MB
27	6,60	122,68	69,73										NL	0	MB
28	6,80	126,43	71,51										NL	0	MB
29	7,00	130,17	73,30										NL	0	MB
30	7,20	133,92	75,08										NL	0	MB
31	7,40	137,67	76,86										NL	0	MB
32	7,60	141,41	78,65										NL	0	MB
33	7,80	145,16	80,43										NL	0	MB
34	8,00	148,90	82,22										NL	0	MB
35	8,20	152,65	84,00										NL	0	MB
36	8,40	156,40	85,79										NL	0	MB
37	8,60	160,14	87,57										NL	0	MB
38	8,80	163,89	89,36										NL	0	MB
39	9,00	167,63	91,14										NL	0	MB
40	9,20	171,38	92,93										NL	0	MB
41	9,40	175,13	94,71										NL	0	MB
42	9,60	179,44	97,06	64,82	0,92	2,04	1,02	87,98	0,92	0,14	0,07	1,92	NL	0	MB
43	9,80	183,75	99,42	64,05	0,92	2,04	1,00	86,67	0,91	0,14	0,07	1,89	NL	0	MB
44	10,00	188,07	101,77	63,30	0,92	2,05	0,99	86,22	0,91	0,14	0,07	1,89	NL	0	MB
45	10,20	192,38	104,12	62,58	0,92	2,05	0,98	85,75	0,90	0,14	0,07	1,89	NL	0	MB
46	10,40	196,70	106,47	61,89	0,92	2,05	0,97	85,27	0,90	0,14	0,07	1,89	NL	0	MB
47	10,60	201,01	108,83	61,22	0,92	2,06	0,96	84,79	0,89	0,14	0,07	1,88	NL	0	MB
48	10,80	205,15	111,00										NL	0	MB
49	11,00	209,29	113,18										NL	0	MB
50	11,20	213,42	115,36										NL	0	MB
51	11,40	217,56	117,53										NL	0	MB
52	11,60	221,70	119,71										NL	0	MB
53	11,80	225,84	121,89										NL	0	MB

54	12,00	229,98	124,06										NL	0	MB
55	12,20	234,11	126,24										NL	0	MB
56	12,40	238,25	128,42										NL	0	MB
57	12,60	242,39	130,59										NL	0	MB
58	12,80	246,53	132,77										NL	0	MB
59	13,00	250,67	134,95										NL	0	MB
60	13,20	254,80	137,12										NL	0	MB
61	13,40	258,94	139,30										NL	0	MB
62	13,60	263,08	141,48										NL	0	MB
63	13,80	267,22	143,65										NL	0	MB
64	14,00	271,36	145,83										NL	0	MB
65	14,20	275,49	148,01										NL	0	MB
66	14,40	279,63	150,18										NL	0	MB
67	14,60	283,77	152,36										NL	0	MB
68	14,80	287,91	154,54										NL	0	MB
69	15,00	292,05	156,71										NL	0	MB

MB = Molto Basso

CALCOLO DELLA SUSCETTIBILITA' DI LIQUEFAZIONE AMBITO APR III - CPT 12

Dati generali

Numero di strati = 9

Profondità della falda = 1,2 m

Magnitudo del sisma = 5,5

Accelerazione massima al suolo = 0,15

Strato Nr.	Descrizione (-)	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso di volume secco (KN/mc)	Peso di volume saturo (KN/mc)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza all'attrito laterale fs (KPa)
1	Argilla inorganica compatta	0	0,8	18,53	19,32	1190,53	71,59
2	Argilla inorganica di media consistenza	0,8	1,8	18,04	18,83	926,73	47,07
3	Argilla inorganica molto compatta	1,8	4,2	19,02	19,81	1649,48	109,83
4	Argilla inorganica molto compatta	4,2	5,8	19,71	20,5	2575,23	140,24
5	Argilla inorganica compatta	5,8	7,6	18,63	19,42	1405,29	85,32
6	Argilla inorganica molto compatta	7,6	11,8	19,91	20,69	2865,50	153,96
7	Argilla inorganica compatta	11,8	12,8	18,73	19,52	1585,74	67,67
8	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi	12,8	13,4	19,42	20,2	2277,10	65,70
9	Argille sabbiose e limose	13,4	15	19,12	19,91	1987,81	80,41

Metodo di Robertson e Wride (1997)

Risultati

Correzione per la magnitudo (MSF) = 2,21

Verifica Nr.	Profondità dal p.c. (m)	Pressione e litostatica totale (KPa)	Pressione e verticale e efficace (KPa)	Resistenza alla punta normalizzata Q	Attrito laterale normalizzato F (%)	Indice di comportamento Ic	Correzione per la pressione e litostatica efficace CQ	Resistenza alla punta corretta qc1N (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza (Fs)	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio di liquefazione
1	1,40	25,81	23,84										NL	0	MB
2	1,60	29,57	25,65										NL	0	MB
3	1,80	33,34	27,45										NL	0	MB
4	2,00	37,30	29,45										NL	0	MB
5	2,20	41,26	31,46										NL	0	MB
6	2,40	45,22	33,46										NL	0	MB
7	2,60	49,19	35,46										NL	0	MB
8	2,80	53,15	37,46										NL	0	MB
9	3,00	57,11	39,46										NL	0	MB
10	3,20	61,07	41,46										NL	0	MB
11	3,40	65,03	43,46										NL	0	MB
12	3,60	69,00	45,46										NL	0	MB
13	3,80	72,96	47,46										NL	0	MB
14	4,00	76,92	49,46										NL	0	MB
15	4,20	80,88	51,46										NL	0	MB
16	4,40	84,98	53,60										NL	0	MB
17	4,60	89,08	55,74										NL	0	MB
18	4,80	93,18	57,88										NL	0	MB
19	5,00	97,28	60,02										NL	0	MB
20	5,20	101,38	62,16										NL	0	MB
21	5,40	105,48	64,29										NL	0	MB
22	5,60	109,58	66,43										NL	0	MB
23	5,80	113,68	68,57										NL	0	MB
24	6,00	117,57	70,49										NL	0	MB
25	6,20	121,45	72,42										NL	0	MB
26	6,40	125,33	74,34										NL	0	MB
27	6,60	129,22	76,26										NL	0	MB
28	6,80	133,10	78,18										NL	0	MB
29	7,00	136,99	80,11										NL	0	MB
30	7,20	140,87	82,03										NL	0	MB
31	7,40	144,75	83,95										NL	0	MB
32	7,60	148,64	85,88										NL	0	MB
33	7,80	152,78	88,05										NL	0	MB
34	8,00	156,91	90,23										NL	0	MB
35	8,20	161,05	92,41										NL	0	MB
36	8,40	165,19	94,58										NL	0	MB
37	8,60	169,33	96,76										NL	0	MB
38	8,80	173,47	98,94										NL	0	MB
39	9,00	177,60	101,11										NL	0	MB
40	9,20	181,74	103,29										NL	0	MB
41	9,40	185,88	105,47										NL	0	MB
42	9,60	190,02	107,64										NL	0	MB
43	9,80	194,16	109,82										NL	0	MB
44	10,00	198,29	112,00										NL	0	MB
45	10,20	202,43	114,17										NL	0	MB
46	10,40	206,57	116,35										NL	0	MB
47	10,60	210,71	118,53										NL	0	MB
48	10,80	214,85	120,70										NL	0	MB
49	11,00	218,98	122,88										NL	0	MB
50	11,20	223,12	125,06										NL	0	MB
51	11,40	227,26	127,23										NL	0	MB
52	11,60	231,40	129,41										NL	0	MB
53	11,80	235,54	131,59										NL	0	MB
54	12,00	239,44	133,53										NL	0	MB

55	12,20	243,34	135,47										NL	0	MB
56	12,40	247,25	137,41										NL	0	MB
57	12,60	251,15	139,36										NL	0	MB
58	12,80	255,06	141,30										NL	0	MB
59	13,00	259,10	143,38	14,07	3,26	2,90							NL		
60	13,20	263,14	145,46	13,85	3,26	2,90							NL		
61	13,40	267,18	147,53	13,62	3,27	2,91							NL		
62	13,60	271,16	149,56	11,48	4,68	3,06							NL		
63	13,80	275,14	151,58	11,30	4,70	3,07							NL		
64	14,00	279,12	153,60	11,12	4,71	3,08							NL		
65	14,20	283,10	155,62	10,95	4,72	3,08							NL		
66	14,40	287,09	157,64	10,79	4,73	3,09							NL		
67	14,60	291,07	159,66	10,63	4,74	3,09							NL		
68	14,80	295,05	161,68	10,47	4,75	3,10							NL		
69	15,00	299,03	163,70	10,32	4,76	3,10							NL		

MB = Molto Basso

CALCOLO DELLA SUSCETTIBILITA' DI LIQUEFAZIONE AMBITO APR IV - CPT 13

Dati generali

Numero di strati = 12

Profondità della falda = 2,1 m

Magnitudo del sisma = 5,5

Accelerazione massima al suolo = 0,15

Strato Nr.	Descrizione (-)	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso di volume secco (KN/mc)	Peso di volume saturato (KN/mc)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza all'attrito laterale fs (KPa)
1	Argille sabbiose e limose	0	1,2	18,24	19,02	997,34	36,28
2	Argilla inorganica compatta	1,2	1,8	18,73	19,52	1334,69	56,88
3	Argilla inorganica compatta	1,8	3,2	19,32	20,10	2001,54	91,20
4	Argilla inorganica molto compatta	3,2	6	19,81	20,59	2646,81	137,29
5	Argilla inorganica compatta	6	7,2	19,12	19,91	1764,22	89,24
6	Argille sabbiose e limose	7,2	11,8	20,20	20,99	3307,78	156,91
7	Argille sabbiose e limose	11,8	12,8	18,93	19,71	1624,96	57,86
8	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi	12,8	15	19,61	20,40	2494,81	78,45
9	Sabbie	15	16,4	17,65	20,59	3947,18	80,41
10	Sabbie	16,4	16,8	18,63	21,57	5526,05	78,45
11	Argille sabbiose e limose	16,8	17,2	17,65	20,59	3179,32	104,93
12	Argilla inorganica compatta	17,2	20	18,63	20,59	1742,64	84,34

Metodo di Robertson e Wride (1997)

Risultati

Correzione per la magnitudo (MSF) = 2,21

Verifica Nr.	Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale efficace (KPa)	Resistenza alla punta normalizzata Q	Attrito laterale normalizzato F (%)	Indice di comportamento Ic	Correzione per la pressione litostatica efficace CQ	Resistenza alla punta corretta qc1N (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza (Fs)	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio di liquefazione
1	2,30	42,94	40,98										NL	0	MB
2	2,50	46,96	43,04										NL	0	MB
3	2,70	50,98	45,10										NL	0	MB
4	2,90	55,00	47,16										NL	0	MB
5	3,10	59,02	49,22										NL	0	MB
6	3,30	63,09	51,32										NL	0	MB
7	3,50	67,21	53,48										NL	0	MB
8	3,70	71,33	55,64										NL	0	MB
9	3,90	75,45	57,79										NL	0	MB
10	4,10	79,56	59,95										NL	0	MB
11	4,30	83,68	62,11										NL	0	MB
12	4,50	87,80	64,26										NL	0	MB
13	4,70	91,92	66,42										NL	0	MB
14	4,90	96,04	68,58										NL	0	MB
15	5,10	100,15	70,73										NL	0	MB
16	5,30	104,27	72,89										NL	0	MB
17	5,50	108,39	75,05										NL	0	MB
18	5,70	112,51	77,20										NL	0	MB
19	5,90	116,63	79,36										NL	0	MB
20	6,10	120,68	81,45										NL	0	MB
21	6,30	124,66	83,47										NL	0	MB
22	6,50	128,64	85,49										NL	0	MB
23	6,70	132,62	87,51										NL	0	MB
24	6,90	136,60	89,53										NL	0	MB
25	7,10	140,59	91,55										NL	0	MB
26	7,30	144,68	93,68										NL	0	MB
27	7,50	148,87	95,92										NL	0	MB
28	7,70	153,07	98,15										NL	0	MB
29	7,90	157,27	100,39										NL	0	MB
30	8,10	161,47	102,63										NL	0	MB
31	8,30	165,67	104,86										NL	0	MB
32	8,50	169,86	107,10										NL	0	MB
33	8,70	174,06	109,34										NL	0	MB
34	8,90	178,26	111,57										NL	0	MB
35	9,10	182,46	113,81										NL	0	MB
36	9,30	186,66	116,05										NL	0	MB
37	9,50	190,85	118,28										NL	0	MB
38	9,70	195,05	120,52										NL	0	MB
39	9,90	199,25	122,76										NL	0	MB
40	10,10	203,45	124,99										NL	0	MB
41	10,30	207,65	127,23										NL	0	MB
42	10,50	211,84	129,47										NL	0	MB
43	10,70	216,04	131,70										NL	0	MB
44	10,90	220,24	133,94										NL	0	MB
45	11,10	224,44	136,18										NL	0	MB
46	11,30	228,64	138,41										NL	0	MB
47	11,50	232,83	140,65										NL	0	MB
48	11,70	237,03	142,89										NL	0	MB
49	11,90	241,10	145,00										NL	0	MB
50	12,10	245,04	146,98										NL	0	MB
51	12,30	248,99	148,96										NL	0	MB
52	12,50	252,93	150,94										NL	0	MB
53	12,70	256,87	152,92										NL	0	MB
54	12,90	260,88	154,97	14,42	3,51	2,91							NL		

55	13,10	264,96	157,09	14,19	3,52	2,91								NL		
56	13,30	269,04	159,21	13,98	3,52	2,92								NL		
57	13,50	273,12	161,32	13,77	3,53	2,93								NL		
58	13,70	277,20	163,44	13,57	3,54	2,93								NL		
59	13,90	281,28	165,56	13,37	3,54	2,94								NL		
60	14,10	285,36	167,68	13,18	3,55	2,94								NL		
61	14,30	289,44	169,80	12,99	3,56	2,95								NL		
62	14,50	293,52	171,92	12,80	3,56	2,95								NL		
63	14,70	297,60	174,04	12,62	3,57	2,96								NL		
64	14,90	301,68	176,15	12,45	3,58	2,96								NL		
65	15,10	305,78	178,29	20,42	2,21	2,67								NL		
66	15,30	309,90	180,45	20,16	2,21	2,67								NL		
67	15,50	314,02	182,61	19,90	2,21	2,68								NL		
68	15,70	318,13	184,76	19,64	2,22	2,68								NL		
69	15,90	322,25	186,92	19,39	2,22	2,69								NL		
70	16,10	326,37	189,08	19,15	2,22	2,69								NL		
71	16,30	330,49	191,23	18,91	2,22	2,70								NL		
72	16,50	334,70	193,49	39,73	1,51	2,34	0,72	82,39	0,73	0,13	0,06	2,36	NL	0	MB	
73	16,70	339,02	195,84	39,49	1,51	2,34	0,71	81,57	0,73	0,13	0,06	2,35	NL	0	MB	
74	16,90	343,23	198,09										NL	0	MB	
75	17,10	347,35	200,25										NL	0	MB	
76	17,30	351,47	202,41										NL	0	MB	
77	17,50	355,59	204,56										NL	0	MB	
78	17,70	359,71	206,72										NL	0	MB	
79	17,90	363,82	208,88										NL	0	MB	
80	18,10	367,94	211,03										NL	0	MB	
81	18,30	372,06	213,19										NL	0	MB	
82	18,50	376,18	215,35										NL	0	MB	
83	18,70	380,30	217,50										NL	0	MB	
84	18,90	384,41	219,66										NL	0	MB	
85	19,10	388,53	221,82										NL	0	MB	
86	19,30	392,65	223,97										NL	0	MB	
87	19,50	396,77	226,13										NL	0	MB	
88	19,70	400,89	228,29										NL	0	MB	
89	19,90	405,00	230,44										NL	0	MB	

MB = Molto Basso

CALCOLO DELLA SUSCETTIBILITA' DI LIQUEFAZIONE AMBITO APR V - CPT 14 - CPT 15

Dati generali

Numero di strati = 11

Profondità della falda = 0,9 m

Magnitudo del sisma = 5,5

Accelerazione massima al suolo = 0,15

Strato Nr.	Descrizione (-)	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso di volume secco (KN/mc)	Peso di volume saturo (KN/mc)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza all'attrito laterale fs (KPa)
1	Argilla inorganica compatta	0	1,8	18,34	19,12	1085,60	57,86
2	Argilla inorganica compatta	1,8	2,8	19,02	19,81	1607,31	83,36
3	Argilla inorganica molto compatta	2,8	4	19,32	20,10	1947,60	101,99
4	Argille sabbiose e limose	4	5,4	19,61	20,40	2313,39	104,93
5	Argilla inorganica molto compatta	5,4	7,6	19,91	20,69	2858,64	144,16
6	Argilla inorganica molto compatta	7,6	8,2	19,22	20,01	1877,97	100,03
7	Argilla inorganica molto compatta	8,2	9,8	20,20	20,99	3389,18	178,48
8	Argille sabbiose e limose	9,8	13	20,10	20,89	3225,41	140,24
9	Argille sabbiose e limose	13	13,4	20,59	21,38	4406,13	196,13
10	Argille sabbiose e limose	13,4	14	20,30	21,08	3654,94	187,31
11	Argille sabbiose e limose	14	15	19,12	19,91	1850,51	62,76

Metodo di Robertson e Wride (1997)

Risultati

Correzione per la magnitudo (MSF) = 2,21

Verifica Nr.	Profondità dal p.c. (m)	Pressione e litostatica totale (KPa)	Pressione e verticale e efficace (KPa)	Resistenza alla punta normalizzata Q	Attrito laterale normalizzato F (%)	Indice di comportamento Ic	Correzione per la pressione e litostatica efficace CQ	Resistenza alla punta corretta qc1N (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza (Fs)	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio di liquefazione
1	1,10	20,33	18,37	38,69	5,43	2,71	1,70	75,63	0,99	0,12	0,05	2,48	NL	0	MB
2	1,30	24,15	20,23	52,47	5,45	2,63							NL		
3	1,50	27,98	22,09	47,88	5,47	2,65							NL		
4	1,70	31,80	23,96	43,98	5,49	2,68							NL		
5	1,90	35,70	25,89										NL	0	MB
6	2,10	39,66	27,89										NL	0	MB
7	2,30	43,62	29,89										NL	0	MB
8	2,50	47,58	31,89										NL	0	MB
9	2,70	51,54	33,89										NL	0	MB
10	2,90	55,53	35,92										NL	0	MB
11	3,10	59,55	37,98										NL	0	MB
12	3,30	63,57	40,04										NL	0	MB
13	3,50	67,59	42,10										NL	0	MB
14	3,70	71,61	44,16										NL	0	MB
15	3,90	75,63	46,21										NL	0	MB
16	4,10	79,68	48,30										NL	0	MB
17	4,30	83,76	50,42										NL	0	MB
18	4,50	87,84	52,54										NL	0	MB
19	4,70	91,92	54,66										NL	0	MB
20	4,90	96,00	56,78										NL	0	MB
21	5,10	100,08	58,90										NL	0	MB
22	5,30	104,16	61,01										NL	0	MB
23	5,50	108,27	63,16										NL	0	MB
24	5,70	112,41	65,34										NL	0	MB
25	5,90	116,55	67,52										NL	0	MB
26	6,10	120,69	69,69										NL	0	MB
27	6,30	124,83	71,87										NL	0	MB
28	6,50	128,96	74,05										NL	0	MB
29	6,70	133,10	76,22										NL	0	MB
30	6,90	137,24	78,40										NL	0	MB
31	7,10	141,38	80,58										NL	0	MB
32	7,30	145,52	82,75										NL	0	MB
33	7,50	149,65	84,93										NL	0	MB
34	7,70	153,72	87,04										NL	0	MB
35	7,90	157,73	89,08										NL	0	MB
36	8,10	161,73	91,12										NL	0	MB
37	8,30	165,83	93,26										NL	0	MB
38	8,50	170,03	95,49										NL	0	MB
39	8,70	174,22	97,73										NL	0	MB
40	8,90	178,42	99,97										NL	0	MB
41	9,10	182,62	102,20										NL	0	MB
42	9,30	186,82	104,44										NL	0	MB
43	9,50	191,02	106,68										NL	0	MB
44	9,70	195,21	108,91										NL	0	MB
45	9,90	199,40	111,14										NL	0	MB
46	10,10	203,58	113,36										NL	0	MB
47	10,30	207,76	115,57										NL	0	MB
48	10,50	211,94	117,79										NL	0	MB
49	10,70	216,11	120,01										NL	0	MB
50	10,90	220,29	122,22										NL	0	MB
51	11,10	224,47	124,44										NL	0	MB
52	11,30	228,65	126,66										NL	0	MB
53	11,50	232,83	128,87										NL	0	MB
54	11,70	237,00	131,09										NL	0	MB

55	11,90	241,18	133,31										NL	0	MB
56	12,10	245,36	135,52										NL	0	MB
57	12,30	249,54	137,74										NL	0	MB
58	12,50	253,72	139,96										NL	0	MB
59	12,70	257,89	142,17										NL	0	MB
60	12,90	262,07	144,39										NL	0	MB
61	13,10	266,30	146,66										NL	0	MB
62	13,30	270,57	148,97										NL	0	MB
63	13,50	274,82	151,26										NL	0	MB
64	13,70	279,04	153,51										NL	0	MB
65	13,90	283,25	155,77										NL	0	MB
66	14,10	287,35	157,90	9,90	4,01	3,07							NL		
67	14,30	291,33	159,92	9,75	4,03	3,08							NL		
68	14,50	295,32	161,94	9,60	4,04	3,09							NL		
69	14,70	299,30	163,97	9,46	4,05	3,09							NL		
70	14,90	303,28	165,99	9,32	4,06	3,10							NL		

MB = Molto Basso

CALCOLO DELLA SUSCETTIBILITA' DI LIQUEFAZIONE - CPT 15

Dati generali

Numero di strati = 22

Profondità della falda = 1,5 m

Magnitudo del sisma = 5,5

Accelerazione massima al suolo = 0,15

Strato Nr.	Descrizione (-)	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso di volume secco (KN/mc)	Peso di volume saturato (KN/mc)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza all'attrito laterale fs (KPa)
1	Argilla inorganica compatta	0	0,8	18,93	19,71	1484,73	78,45
2	Argille organiche e terreni misti	0,8	1,4	17,75	18,53	741,38	43,15
3	Argilla inorganica molto compatta	1,4	2,4	19,02	19,81	1640,65	97,09
4	Argilla inorganica molto compatta	2,4	3,4	19,61	20,4	2360,46	125,53
5	Argilla inorganica compatta	3,4	4,2	18,53	19,32	1283,69	81,40
6	Argilla inorganica molto compatta	4,2	5,6	19,81	20,59	2735,07	149,06
7	Argilla inorganica compatta	5,6	6,2	18,34	19,12	1197,39	74,53
8	Argille sabbiose e limose	6,2	6,6	19,22	20,01	1958,39	85,32
9	Argilla inorganica compatta	6,6	7,4	18,53	19,32	1327,82	61,78
10	Argilla inorganica molto compatta	7,4	8,6	19,52	20,3	2272,20	110,82
11	Argille sabbiose e limose	8,6	9,4	19,22	20,01	1942,70	65,70
12	Sabbie	9,4	9,6	17,65	20,59	2488,93	51,98
13	Argille sabbiose e limose	9,6	10	19,02	19,81	1802,46	71,59
14	Argilla inorganica compatta	10	11	19,02	19,81	1835,80	81,40
15	Argilla inorganica molto compatta	11	12,2	19,32	20,1	2158,44	98,07
16	Argilla inorganica compatta	12,2	13	18,93	19,71	1744,60	85,32
17	Argilla inorganica molto compatta	13	15,4	19,81	20,59	2912,58	145,14

18	Argilla inorganica compatta	15,4	17,6	18,63	19,42	1603,39	66,69
19	Argille sabbiose e limose	17,6	18,4	19,42	20,2	2407,53	107,87
20	Argilla inorganica compatta	18,4	19,2	18,53	19,32	1535,72	85,32
21	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi	19,2	19,4	19,61	20,4	2624,26	78,45
22	Argille sabbiose e limose	19,4	21,8	18,63	19,61	1690,67	64,72

Metodo di Robertson e Wride (1997)

Risultati

Correzione per la magnitudo (MSF) = 2,21

Verifica Nr.	Profondità dal p.c. (m)	Pressione e litostatica totale (KPa)	Pressione e verticale efficace (KPa)	Resistenza alla punta normalizzata Q	Attrito laterale normalizzato F (%)	Indice di comportamento Ic	Correzione per la pressione e litostatica efficace CQ	Resistenza alla punta corretta qc1N (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza (Fs)	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio di liquefazione
1	1,70	31,66	29,70										NL	0	MB
2	1,90	35,62	31,70										NL	0	MB
3	2,10	39,58	33,70										NL	0	MB
4	2,30	43,54	35,70										NL	0	MB
5	2,50	47,57	37,76										NL	0	MB
6	2,70	51,65	39,88										NL	0	MB
7	2,90	55,73	42,00										NL	0	MB
8	3,10	59,81	44,11										NL	0	MB
9	3,30	63,89	46,23										NL	0	MB
10	3,50	67,86	48,24										NL	0	MB
11	3,70	71,72	50,15										NL	0	MB
12	3,90	75,59	52,05										NL	0	MB
13	4,10	79,45	53,95										NL	0	MB
14	4,30	83,44	55,98										NL	0	MB
15	4,50	87,56	58,14										NL	0	MB
16	4,70	91,68	60,29										NL	0	MB
17	4,90	95,79	62,45										NL	0	MB
18	5,10	99,91	64,61										NL	0	MB
19	5,30	104,03	66,76										NL	0	MB
20	5,50	108,15	68,92										NL	0	MB
21	5,70	112,12	70,93										NL	0	MB
22	5,90	115,94	72,79										NL	0	MB
23	6,10	119,77	74,66										NL	0	MB
24	6,30	123,68	76,61	23,95	4,65	2,82							NL	0	MB
25	6,50	127,68	78,65	23,28	4,66	2,83							NL	0	MB
26	6,70	131,62	80,62										NL	0	MB
27	6,90	135,48	82,52										NL	0	MB
28	7,10	139,34	84,43										NL	0	MB
29	7,30	143,21	86,33										NL	0	MB
30	7,50	147,17	88,33										NL	0	MB
31	7,70	151,23	90,43										NL	0	MB
32	7,90	155,29	92,53										NL	0	MB
33	8,10	159,35	94,63										NL	0	MB
34	8,30	163,41	96,72										NL	0	MB
35	8,50	167,47	98,82										NL	0	MB
36	8,70	171,50	100,89	17,56	3,71	2,86							NL	0	MB
37	8,90	175,50	102,93	17,17	3,72	2,86							NL	0	MB
38	9,10	179,50	104,97	16,80	3,73	2,87							NL	0	MB
39	9,30	183,51	107,01	16,44	3,73	2,88							NL	0	MB
40	9,50	187,57	109,11	21,09	2,26	2,66							NL	0	MB
41	9,70	191,61	111,19	14,49	4,44	2,97							NL	0	MB
42	9,90	195,57	113,19	14,20	4,46	2,98							NL	0	MB
43	10,10	199,53	115,19										NL	0	MB
44	10,30	203,49	117,19										NL	0	MB
45	10,50	207,45	119,19										NL	0	MB
46	10,70	211,42	121,19										NL	0	MB
47	10,90	215,38	123,20										NL	0	MB
48	11,10	219,37	125,23										NL	0	MB
49	11,30	223,39	127,28										NL	0	MB
50	11,50	227,41	129,34										NL	0	MB
51	11,70	231,43	131,40										NL	0	MB
52	11,90	235,45	133,46										NL	0	MB
53	12,10	239,47	135,52										NL	0	MB
54	12,30	243,45	137,54										NL	0	MB

55	12,50	247,39	139,52										NL	0	MB
56	12,70	251,33	141,50										NL	0	MB
57	12,90	255,28	143,48										NL	0	MB
58	13,10	259,31	145,55										NL	0	MB
59	13,30	263,42	147,71										NL	0	MB
60	13,50	267,54	149,86										NL	0	MB
61	13,70	271,66	152,02										NL	0	MB
62	13,90	275,78	154,18										NL	0	MB
63	14,10	279,90	156,33										NL	0	MB
64	14,30	284,01	158,49										NL	0	MB
65	14,50	288,13	160,65										NL	0	MB
66	14,70	292,25	162,80										NL	0	MB
67	14,90	296,37	164,96										NL	0	MB
68	15,10	300,49	167,12										NL	0	MB
69	15,30	304,60	169,27										NL	0	MB
70	15,50	308,61	171,31										NL	0	MB
71	15,70	312,49	173,23										NL	0	MB
72	15,90	316,37	175,16										NL	0	MB
73	16,10	320,26	177,08										NL	0	MB
74	16,30	324,14	179,00										NL	0	MB
75	16,50	328,03	180,93										NL	0	MB
76	16,70	331,91	182,85										NL	0	MB
77	16,90	335,79	184,77										NL	0	MB
78	17,10	339,68	186,69										NL	0	MB
79	17,30	343,56	188,62										NL	0	MB
80	17,50	347,45	190,54										NL	0	MB
81	17,70	351,41	192,54	10,68	5,25	3,12							NL		
82	17,90	355,45	194,62	10,54	5,26	3,12							NL		
83	18,10	359,49	196,70	10,41	5,27	3,13							NL		
84	18,30	363,53	198,78	10,28	5,28	3,13							NL		
85	18,50	367,48	200,77										NL	0	MB
86	18,70	371,34	202,67										NL	0	MB
87	18,90	375,21	204,57										NL	0	MB
88	19,10	379,07	206,47										NL	0	MB
89	19,30	383,04	208,48	10,75	3,50	3,01							NL		
90	19,50	387,04	210,52												
91	19,70	390,97	212,49												
92	19,90	394,89	214,45												

MB = Molto Basso

CALCOLO DELLA SUSCETTIBILITA' DI LIQUEFAZIONE AMBITO ARR_I - 202013C010L

Dati generali

Numero di strati = 7

Profondità della falda = 1,9 m

Magnitudo del sisma = 5,5

Accelerazione massima al suolo = 0,15

Strato Nr.	Descrizione (-)	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso di volume secco (KN/mc)	Peso di volume saturo (KN/mc)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza all'attrito laterale fs (KPa)
1	Argilla inorganica di media consistenza	0	2	17,75	18,53	765,61	30,07
2	Sabbie	2	2,4	18,63	21,57	2394,20	32,71
3	Argilla inorganica di media consistenza	2,4	3,4	17,85	18,63	850,16	35,30
4	Argille sabbiose e limose	3,4	3,8	18,93	19,71	1525,13	45,75
5	Argille sabbiose e limose	3,8	5	18,14	18,93	980,69	28,36
6	Argilla inorganica di media consistenza	5	10	17,65	18,44	771,19	29,29
7	Argilla inorganica compatta	10	12	18,93	19,71	1665,86	81,08

Metodo di Robertson e Wride (1997)

Risultati

Correzione per la magnitudo (MSF) = 2,21

Verifica Nr.	Profondità dal p. c. (m)	Pressione e litostatica totale (KPa)	Pressione e vertical e efficace (KPa)	Resistenza alla punta normalizzata Q	Attrito laterale normalizzato F (%)	Indice di comportamento Ic	Correzione per la pressione e litostatica efficace CQ	Resistenza alla punta corretta qc1N (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza (Fs)	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio di liquefazione
1	2,10	37,74	35,77	40,03	1,39	2,31	1,67	79,44	0,98	0,13	0,05	2,77	NL	0	MB
2	2,30	42,05	38,13	38,77	1,39	2,32	1,62	78,58	0,98	0,13	0,05	2,62	NL	0	MB
3	2,50	46,07	40,19										NL	0	MB
4	2,70	49,80	41,95										NL	0	MB
5	2,90	53,52	43,72										NL	0	MB
6	3,10	57,25	45,48										NL	0	MB
7	3,30	60,98	47,25										NL	0	MB
8	3,50	64,81	49,12										NL	0	MB
9	3,70	68,75	51,10										NL	0	MB
10	3,90	72,62	53,00										NL	0	MB
11	4,10	76,40	54,83										NL	0	MB
12	4,30	80,19	56,65										NL	0	MB
13	4,50	83,97	58,48										NL	0	MB
14	4,70	87,76	60,30										NL	0	MB
15	4,90	91,55	62,13										NL	0	MB
16	5,10	95,28	63,90										NL	0	MB
17	5,30	98,97	65,63										NL	0	MB
18	5,50	102,66	67,35										NL	0	MB
19	5,70	106,34	69,08										NL	0	MB
20	5,90	110,03	70,80										NL	0	MB
21	6,10	113,72	72,53										NL	0	MB
22	6,30	117,41	74,26										NL	0	MB
23	6,50	121,09	75,98										NL	0	MB
24	6,70	124,78	77,71										NL	0	MB
25	6,90	128,47	79,43										NL	0	MB
26	7,10	132,15	81,16										NL	0	MB
27	7,30	135,84	82,89										NL	0	MB
28	7,50	139,53	84,61										NL	0	MB
29	7,70	143,22	86,34										NL	0	MB
30	7,90	146,90	88,06										NL	0	MB
31	8,10	150,59	89,79										NL	0	MB
32	8,30	154,28	91,52										NL	0	MB
33	8,50	157,97	93,24										NL	0	MB
34	8,70	161,65	94,97										NL	0	MB
35	8,90	165,34	96,69										NL	0	MB
36	9,10	169,03	98,42										NL	0	MB
37	9,30	172,71	100,15										NL	0	MB
38	9,50	176,40	101,87										NL	0	MB
39	9,70	180,09	103,60										NL	0	MB
40	9,90	183,78	105,32										NL	0	MB
41	10,10	187,59	107,18										NL	0	MB
42	10,30	191,53	109,16										NL	0	MB
43	10,50	195,48	111,14										NL	0	MB
44	10,70	199,42	113,12										NL	0	MB
45	10,90	203,36	115,10										NL	0	MB
46	11,10	207,30	117,08										NL	0	MB
47	11,30	211,25	119,06										NL	0	MB
48	11,50	215,19	121,04										NL	0	MB
49	11,70	219,13	123,02										NL	0	MB
50	11,90	223,07	125,01										NL	0	MB

MB = Molto Basso

CALCOLO DELLA SUSCETTIBILITA' DI LIQUEFAZIONE AMBITO ARR_II - 202054C084C

Dati generali

Numero di strati = 8

Profondità della falda = 1 m

Magnitudo del sisma = 5,5

Accelerazione massima al suolo = 0,15

Strato Nr.	Descrizione (-)	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso di volume secco (KN/mc)	Peso di volume saturato (KN/mc)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza all'attrito laterale fs (KPa)
1	Argilla inorganica di media consistenza	0	3,4	17,65	18,63	804,15	39,23
2	Argilla inorganica di media consistenza	3,4	4,4	18,63	18,63	1098,34	49,03
3	Argilla inorganica di media consistenza	4,4	6,2	16,67	17,65	558,98	29,42
4	Sabbie	6,2	7,4	17,65	20,59	2177,08	39,23
5	Argilla inorganica di media consistenza	7,4	8,8	17,65	18,63	912,02	39,23
6	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi	8,8	9,6	19,61	20,59	2157,46	58,84
7	Argilla inorganica compatta	9,6	10,8	18,63	19,61	1294,48	58,84
8	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi	10,8	12	19,61	20,59	2177,08	49,03

Metodo di Robertson e Wride (1997)

Risultati

Correzione per la magnitudo (MSF) = 2,21

Verifica Nr.	Profondità dal p. c. (m)	Pressione e litostatica totale (KPa)	Pressione e vertical e efficace (KPa)	Resistenza alla punta normalizzata Q	Attrito laterale normalizzato F (%)	Indice di comportamento Ic	Correzione per la pressione e litostatica efficace CQ	Resistenza alla punta corretta qc1N (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza (Fs)	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio di liquefazione
1	1,20	21,38	19,41										NL	0	MB
2	1,40	25,10	21,18										NL	0	MB
3	1,60	28,83	22,94										NL	0	MB
4	1,80	32,55	24,71										NL	0	MB
5	2,00	36,28	26,47										NL	0	MB
6	2,20	40,01	28,24										NL	0	MB
7	2,40	43,73	30,00										NL	0	MB
8	2,60	47,46	31,77										NL	0	MB
9	2,80	51,18	33,53										NL	0	MB
10	3,00	54,91	35,30										NL	0	MB
11	3,20	58,64	37,06										NL	0	MB
12	3,40	62,36	38,83										NL	0	MB
13	3,60	66,09	40,59										NL	0	MB
14	3,80	69,81	42,36										NL	0	MB
15	4,00	73,54	44,12										NL	0	MB
16	4,20	77,27	45,88										NL	0	MB
17	4,40	80,99	47,65										NL	0	MB
18	4,60	84,52	49,22										NL	0	MB
19	4,80	88,05	50,79										NL	0	MB
20	5,00	91,58	52,36										NL	0	MB
21	5,20	95,11	53,92										NL	0	MB
22	5,40	98,64	55,49										NL	0	MB
23	5,60	102,17	57,06										NL	0	MB
24	5,80	105,70	58,63										NL	0	MB
25	6,00	109,23	60,20										NL	0	MB
26	6,20	112,76	61,77										NL	0	MB
27	6,40	116,88	63,92	27,23	1,90	2,53	1,25	79,28	0,95	0,13	0,08	1,65	NL	0	MB
28	6,60	121,00	66,08	26,78	1,91	2,53	1,23	78,93	0,95	0,13	0,08	1,64	NL	0	MB
29	6,80	125,12	68,24	26,35	1,91	2,54	1,21	78,52	0,95	0,13	0,08	1,63	NL	0	MB
30	7,00	129,23	70,39	25,95	1,92	2,55	1,19	78,07	0,95	0,12	0,08	1,62	NL	0	MB
31	7,20	133,35	72,55	25,56	1,92	2,55	1,17	77,59	0,94	0,12	0,08	1,61	NL	0	MB
32	7,40	137,47	74,71	25,19	1,92	2,56	1,16	77,73	0,94	0,12	0,08	1,62	NL	0	MB
33	7,60	141,20	76,47										NL	0	MB
34	7,80	144,92	78,24										NL	0	MB
35	8,00	148,65	80,00										NL	0	MB
36	8,20	152,37	81,77										NL	0	MB
37	8,40	156,10	83,53										NL	0	MB
38	8,60	159,83	85,30										NL	0	MB
39	8,80	163,55	87,06										NL	0	MB
40	9,00	167,67	89,22	22,30	2,96	2,71							NL		
41	9,20	171,79	91,37	21,73	2,96	2,72							NL		
42	9,40	175,91	93,53	21,19	2,97	2,73							NL		
43	9,60	180,02	95,69	20,67	2,98	2,74							NL		
44	9,80	183,95	97,65										NL	0	MB
45	10,00	187,87	99,61										NL	0	MB
46	10,20	191,79	101,57										NL	0	MB
47	10,40	195,71	103,53										NL	0	MB
48	10,60	199,63	105,49										NL	0	MB
49	10,80	203,56	107,45										NL	0	MB
50	11,00	207,67	109,61	17,97	2,49	2,74							NL		
51	11,20	211,79	111,76	17,58	2,49	2,75							NL		
52	11,40	215,91	113,92	17,22	2,50	2,76							NL		
53	11,60	220,03	116,08	16,86	2,51	2,77							NL		
54	11,80	224,15	118,23	16,52	2,51	2,77							NL		

55	12,00	228,26	120,39	16,19	2,52	2,78							NL		
----	-------	--------	--------	-------	------	------	--	--	--	--	--	--	----	--	--

MB = Molto Basso

CALCOLO DELLA SUSCETTIBILITA' DI LIQUEFAZIONE AMBITO ARR_III - CPT6

Dati generali

Numero di strati = 6

Profondità della falda = 1,2 m

Magnitudo del sisma = 5,5

Accelerazione massima al suolo = 0,15

Strato Nr.	Descrizione (-)	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso di volume secco (KN/mc)	Peso di volume saturato (KN/mc)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza all'attrito laterale fs (KPa)
1	Argilla inorganica compatta	0	0,8	19,02	19,81	1582,79	85,32
2	Argilla inorganica di media consistenza	0,8	2	17,46	18,24	646,26	23,54
3	Argilla inorganica compatta	2	3	18,63	19,42	1295,46	59,82
4	Argilla inorganica di media consistenza	3	4	17,95	18,73	877,70	31,38
5	Argille sabbiose e limose	4	5	18,44	19,22	1166,01	39,23
6	Argilla inorganica di media consistenza	5	5,8	18,04	18,83	963,99	39,23

Metodo di Robertson e Wride (1997)

Risultati

Correzione per la magnitudo (MSF) = 2,21

Verifica Nr.	Profondità dal p. c. (m)	Pressione e litostatica totale (KPa)	Pressione e verticale e efficace (KPa)	Resistenza alla punta normalizzata Q	Attrito laterale normalizzato F (%)	Indice di comportamento Ic	Correzione per la pressione e litostatica efficace CQ	Resistenza alla punta corretta qc1N (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza (Fs)	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio di liquefazione
1	1,40	25,85	23,89										NL	0	MB
2	1,60	29,50	25,57										NL	0	MB
3	1,80	33,14	27,26										NL	0	MB
4	2,00	36,79	28,95										NL	0	MB
5	2,20	40,68	30,87										NL	0	MB
6	2,40	44,56	32,79										NL	0	MB
7	2,60	48,44	34,71										NL	0	MB
8	2,80	52,33	36,64										NL	0	MB
9	3,00	56,21	38,56										NL	0	MB
10	3,20	59,96	40,34										NL	0	MB
11	3,40	63,70	42,13										NL	0	MB
12	3,60	67,45	43,91										NL	0	MB
13	3,80	71,20	45,70										NL	0	MB
14	4,00	74,94	47,48										NL	0	MB
15	4,20	78,79	49,37	22,02	3,61	2,77							NL		
16	4,40	82,63	51,25	21,14	3,62	2,79							NL		
17	4,60	86,47	53,13	20,32	3,63	2,80							NL		

18	4,80	90,32	55,01	19,55	3,65	2,81							NL		
19	5,00	94,16	56,90	18,84	3,66	2,83							NL		
20	5,20	97,93	58,70										NL	0	MB
21	5,40	101,69	60,51										NL	0	MB
22	5,60	105,46	62,31										NL	0	MB
23	5,80	109,23	64,12										NL	0	MB

MB = Molto Basso

6 VALUTAZIONE DELL'EDIFICABILITÀ DEGLI AMBITI DI NUOVO INSEDIAMENTO

Di seguito, in forma di scheda sintetica, vengono analizzati i singoli ambiti individuati dal PSC per la nuova edificazione residenziale, di servizio, produttiva e terziario-commerciale. La prima parte della scheda descrive le caratteristiche geologiche salienti dell'area interessata dall'ambito, mentre in coda alla stessa vengono definite le criticità, le limitazioni e condizioni all'attuazione, nonché gli approfondimenti da eseguirsi nelle successive fasi attuative.

Ambito ARS_I

L'ambito è ubicato nella porzione nord orientale del territorio comunale, in località Solara, a sud di Via Panaria Bassa, nel settore delimitato a nord-ovest da Via F.lli Cervi, a sud-est da Via 1° Maggio e a sud-ovest dall'edificato esistente. Con un'estensione di 0,6 ettari, l'ambito è destinato a possibile trasformazione urbana per usi residenziali e/o di servizio.

Geologia, geomorfologia e permeabilità

L'intera superficie d'ambito si sviluppa su sabbie di canale e argine prossimale, di piana alluvionale. Sono sabbie medie e fini, in strati di spessore decimetrico, passanti lateralmente, ed intercalate, a sabbie fini e finissime limose e, subordinatamente, a limi argillosi; localmente possono essere presenti sabbie medie e grossolane in corpi lenticolari e nastroforni. Tali depositi, a buon grado di permeabilità, assumono la forma di dosso, rilevato rispetto ai terreni circostanti, e testimoniano l'attività di paleo-corsi d'acqua.

Piezometria e soggiacenza

Dalle misurazioni piezometriche e di soggiacenza effettuate nell'agosto-settembre 2007 si può stimare la presenza della falda acquifera, in corrispondenza di un intorno ampio dell'ambito in esame, ad una profondità compresa tra 3 e 5 metri dal piano campagna.

Caratterizzazione geotecnica dei terreni

Per la caratterizzazione geotecnica dei terreni presenti nel sottosuolo dell'Ambito ARS I si è fatto riferimento ai risultati ottenuti dall'elaborazione della prova penetrometrica nr. 3, eseguita all'interno dell'ambito in occasione della campagna geognostica del 2010. In occasione dell'esecuzione della prova non è stata misurata la falda acquifera per l'ostruzione del foro di prova.

Sulla base dei risultati ottenuti al di sotto di un primo strato superficiale, si possono riconoscere, in modo schematico, sei strati principali:

il primo strato, compreso tra -0,6 m e circa -8 m di profondità, costituito da argille e limi più o meno argillosi, con numerose intercalazioni di limi sabbiosi e sabbie limose, è caratterizzato da valori medi di R_p mediocri, pari a circa 12 Kg/cm²;

il secondo livello, compreso tra -8 m e circa -23 m di profondità, presenta una prevalenza di argille e limi più o meno argillosi, ma con minori intercalazioni di limi sabbiosi e sabbie limose rispetto allo strato precedente; a luoghi sono presenti sottili strati di torbe e argille inorganiche; da punto di vista geotecnico lo strato è caratterizzato da valori di resistenza meccanica comunque molto buoni, con valori medi di R_p pari a 24 kg/cm²;

il terzo livello, compreso tra -23 m e -24 m di profondità, è costituito sabbie pulite e sabbie con ghiaie ed è caratterizzato da valori medi di R_p molto buoni, superiori a 55 Kg/cm²;

il quarto livello, compreso tra -24 m e -28 m di profondità è costituito da argille e limi più o meno argillosi, con valori medi di R_p discreti, pari a circa 14 kg/cm²;

il quinto livello, compreso tra -28 m e -29,4 m di profondità è costituito da limi sabbiosi e sabbie limose, con valori medi di R_p ancora molto buoni, pari a circa 42 kg/cm²;

l'ultimo livello, compreso tra il precedente e la massima profondità raggiunta dalle prove (-30 m), è caratterizzato nel complesso da argille e limi più o meno argillosi caratterizzati da valori medi di R_p buoni, pari a circa 17 kg/cm².

Nel complesso è possibile affermare che il sottosuolo dell'area in esame è caratterizzato da una resistenza geomeccanica mediocre nei primi 8 metri, che tende ad un progressivo miglioramento con la profondità sino a raggiungere valori molto buoni, con resistenze alla punta anche molto elevate.

Sismica

L'ambito ricade in un'area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziale liquefazione e cedimenti.

Dall'elaborazione, attraverso il metodo speditivo di Robertson & Wride, dei dati dei sondaggi geognostici effettuati, la suscettibilità alla liquefazione risulta essere molto bassa.

L'amplificazione sismica, calcolata dalla elaborazione delle prove Re.Mi., è vicina a valori di 1,5 in termini di accelerazione massima orizzontale (PGA), e a 1,8 e 2,3 in termini, rispettivamente, di intensità spettrale di Housner per gli intervalli di periodo T_0 0,1s-0,5s e 0,5s-1s.

In sede di POC dovranno essere effettuati approfondimenti di III livello, ai sensi della DAL RER 112/2007, per la definizione più dettagliata del coefficiente di amplificazione litologico, del potenziale di liquefazione e dei cedimenti permanenti attesi.

Conclusioni

L'ambito in esame si sviluppa in tutta la sua estensione su sabbie di canale e argine prossimale, di piana alluvionale. La presenza della superficie piezometrica ad una profondità di circa 3-5 metri dal piano campagna induce ad ipotizzare possibili condizioni di parziale saturazione dei terreni a prevalente frazione limo-sabbiosa e, conseguentemente, possibili fenomeni di liquefazione/cedimenti in occasione di sisma. La verifica alla liquefazione eseguita sui risultati delle prove penetrometriche utilizzando il metodo speditivo di Robertson & Wride ha definito molto bassa la possibilità di liquefazione.

La resistenza meccanica dei primi 8 metri di terreno risulta mediocre, pertanto l'edificazione eventualmente prevista potrà adottare normali tecniche costruttive (fondazioni superficiali a nastro - trave rovescia continua legata) per insediamenti di normale impegno (edifici residenziali fino a tre piani), mentre per edifici che richiedono fondazioni diverse occorrono attenti approfondimenti in fase esecutiva.

Gli approfondimenti di III livello, per quanto riguarda la microzonazione sismica, ai sensi della DAL RER 112/2007, riguarderanno la stima del coefficiente di amplificazione litologico nei terreni granulari saturi e insaturi, del potenziale di liquefazione e dei cedimenti permanenti attesi nei terreni granulari saturi, la stima dei cedimenti dei terreni granulari non saturi e la stima dei cedimenti post-sismici dei terreni coesivi; quelli di II livello riguarderanno la valutazione del coefficiente di amplificazione litologico dei terreni coesivi.

Per quanto sopra esposto, si ritiene edificabile l'ambito alle condizioni qui riportate e sulla base delle risultanze dei necessari approfondimenti richiesti che potranno definire ulteriori limitazioni o condizioni alla edificazione.

Ambito ARS_II

L'ambito è ubicato nella porzione centro-occidentale del territorio comunale, in località Sorbara, nel settore delimitato a nord da Via Cristo, ad ovest da Via del Lambrusco, ad est da Via Verdetta e a sud dall'edificato esistente. Con un'estensione di 2,5 ettari, l'ambito è destinato a possibile trasformazione urbana per usi residenziali e/o di servizio.

Geologia, geomorfologia e permeabilità

Il margine meridionale dell'ambito si sviluppa prevalentemente su limi e argille di piana alluvionale (area interfluviale e depositi di palude), caratterizzati da permeabilità molto bassa: i limi fanno generalmente da contorno ai depositi sabbiosi, mentre le argille si sono depositate tra gli alvei attuali o i paleoalvei, al margine dei conoidi e nelle aree depresse di esondazione fluviale.

Il resto dell'area si sviluppa prevalentemente su sabbie di canale e argine prossimale, di piana alluvionale. Sono sabbie medie e fini, in strati di spessore decimetrico, passanti lateralmente, ed intercalate, a sabbie fini e finissime limose e, subordinatamente, a limi argillosi; localmente possono essere presenti sabbie medie e grossolane in corpi lenticolari e nastriformi. Tali depositi, a buon grado di permeabilità, assumono la forma di dosso, rilevato rispetto ai terreni circostanti, e testimoniano l'attività di paleo-corsi d'acqua.

Piezometria e soggiacenza

Dalle misurazioni piezometriche e di soggiacenza effettuate nell'agosto-settembre 2007 si può stimare la presenza della falda acquifera, in corrispondenza di un intorno ampio dell'ambito in esame, ad una profondità compresa tra 3 e 4 metri dal piano campagna.

Caratterizzazione geotecnica dei terreni

Per la caratterizzazione geotecnica dei terreni presenti nel sottosuolo dell'Ambito ARS II si è fatto riferimento ai risultati ottenuti dall'elaborazione delle seguenti prove penetrometriche statiche di archivio:

CPT 202013C019A elaborata per la stesura del Q.C. del PSC ed eseguita nelle immediate vicinanze ad sud dell'ambito, in corrispondenza dei limi e argille di piana alluvionale;

CPT 202013C014A, CPT 202013C016A, CPT 202013C017A, elaborate per la stesura del Q.C. del PSC ed eseguite all'interno dell'ambito, in corrispondenza delle sabbie di canale e argine prossimale, di piana alluvionale.

Nella prova CPT 202013C019A, rappresentativa dei limi e delle argille di piana alluvionale, sono stati registrati valori medi di resistenza all'infissione da discreti a molto buoni e, sulla base dei risultati ottenuti al di sotto di un primo strato superficiale, si possono riconoscere, in modo schematico, tre strati principali:

il primo strato, compreso tra -0,4 m e circa -4,8 m di profondità, costituito da argille e limi più o meno argillosi, è caratterizzato da valori medi di R_p buoni, pari a circa 18 kg/cm²;

il secondo livello, compreso tra -4,8 m e circa -7 m di profondità, presenta una prevalenza di limi sabbiosi e sabbie limose ed è caratterizzato da valori medi di R_p molto buoni, pari a circa 30 kg/cm²;

l'ultimo livello, compreso tra il precedente e la massima profondità raggiunta dalle prove (-9,8 m), è caratterizzato nel complesso da torbe e argille inorganiche con valori medi di R_p discreti, pari a circa 14 kg/cm².

Nelle prove CPT 202013C014A, CPT 202013C016A, CPT 202013C017A, rappresentative delle sabbie di canale e argine prossimale, sono stati registrati valori medi di resistenza all'infissione da mediocri a buoni.

Per quanto riguarda la prova CPT 202013C014A, sulla base dei risultati ottenuti al di sotto di un primo strato superficiale, si possono riconoscere, in modo schematico, due strati principali:

il primo strato, compreso tra -0,4 m e -2,4 m di profondità, costituito da limi sabbiosi e sabbie limose, è caratterizzato da valori medi di R_p buoni, pari a circa 24 Kg/cm²;

il secondo livello, compreso tra -2,4 m e la massima profondità raggiunta dalle prove (-9,8 m), presenta una prevalenza di argille e limi più o meno argillosi ed è caratterizzato da valori medi di R_p mediocri, pari a circa 10 kg/cm².

Procedendo verso nord, i risultati delle restanti prove indicano una stratigrafia differente:

il primo strato, compreso tra -0,4 m e -7,2 m di profondità, costituito da argille e limi più o meno argillosi, è caratterizzato da valori medi di R_p mediocri, pari a circa 10 Kg/cm²;

il secondo livello, compreso tra -7,2 m e la massima profondità raggiunta dalle prove (-9,8 m), presenta una alternanza tra limi sabbiosi e sabbie limose e argille e limi più o meno argillosi; è caratterizzato da valori medi di R_p discreti, variabili da 12 a 14 kg/cm².

Nel complesso è possibile affermare che il sottosuolo dell'area in esame è caratterizzato da valori di resistenza geomeccanica da mediocri a molto buoni, con una progressiva diminuzione dei valori procedendo da sud verso nord.

Sismica

L'ambito ricade in minima parte in un'area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziali cedimenti (porzione meridionale) e in gran parte in un'area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziale liquefazione e cedimenti.

Dall'elaborazione, attraverso il metodo speditivo di Robertson & Wride, dei dati dei sondaggi geognostici effettuati, la suscettibilità alla liquefazione risulta essere molto bassa.

L'amplificazione sismica, calcolata dalla prova Re.Mi. è vicina a valori di 1,5 in termini di accelerazione massima orizzontale (PGA), e a 1,8 e 2,3 in termini, rispettivamente, di intensità spettrale di Housner per gli intervalli di periodo T_0 0,1s-0,5s e 0,5s-1s.

In sede di POC dovranno essere effettuati su tutto l'ambito approfondimenti di III livello, ai sensi della DAL RER 112/2007, per la definizione più dettagliata del coefficiente di amplificazione litologico, del potenziale di liquefazione e dei cedimenti permanenti attesi.

Conclusioni

L'ambito in esame si sviluppa, per gran parte della sua estensione, su terreni limo-sabbiosi e, in minima parte, su terreni limo-argillosi. La presenza della superficie piezometrica ad una profondità di circa 3-4 metri dal piano campagna induce ad ipotizzare possibili condizioni di parziale saturazione dei terreni a prevalente frazione limo-sabbiosa e, conseguentemente, possibili fenomeni di liquefazione/cedimenti in occasione di sisma. La verifica alla liquefazione eseguita sui risultati delle prove penetrometriche utilizzando il metodo speditivo di Robertson & Wride è risultata molto bassa.

La resistenza meccanica dei primi 4 metri di terreno risulta buona nel settore meridionale: l'eventuale edificabilità è assicurata per intervalli consistenti, e potranno essere adottate sia fondazioni profonde che le normali strutture fondali. Interventi con alto rapporto H/L (altezza dell'edificio/lato lungo fondazione) o con carichi eccentrici dovrebbero comunque essere attentamente verificati qualora fossero presenti livelli profondi con caratteristiche meccaniche più scadenti di quelle riconosciute per l'intervento superficiale.

Procedendo verso nord la resistenza meccanica dei primi 4 metri di terreno si riduce a mediocre: l'edificazione eventualmente prevista potrà adottare normali tecniche costruttive (fondazioni superficiali a nastro - trave rovescia continua legata) per insediamenti di normale impegno (edifici residenziali fino a tre piani), mentre per edifici che richiedono fondazioni diverse occorrono attenti approfondimenti in fase esecutiva.

Gli approfondimenti di III livello, per quanto riguarda la microzonazione sismica, ai sensi della DAL RER 112/2007, riguarderanno la stima del coefficiente di amplificazione litologico nei terreni granulari saturi e insaturi, del potenziale di liquefazione e dei cedimenti permanenti attesi nei terreni granulari saturi, la stima dei cedimenti dei terreni granulari non saturi e la stima dei cedimenti post-sismici dei terreni coesivi.

Per quanto sopra esposto, si ritiene edificabile l'ambito alle condizioni qui riportate e sulla base delle risultanze dei necessari approfondimenti richiesti che potranno definire ulteriori limitazioni o condizioni alla edificazione.

Ambito ARS_III

L'ambito è ubicato nella porzione centro-occidentale del territorio comunale, in località Sorbara, nel settore delimitato a est da Via Verdeta, ad ovest dall'area industriale, a nord da Via Ravarino-Carpi e a sud dalla carraia a nord del cimitero di Via Verde. Con un'estensione di 4,4 ettari, l'ambito è destinato a possibile trasformazione urbana per usi residenziali e/o di servizio.

Geologia, geomorfologia e permeabilità

L'intero ambito è caratterizzato dalla presenza di limi e argille di piana alluvionale (area interfluviale e depositi di palude), caratterizzati da permeabilità molto bassa: i limi fanno generalmente da contorno ai depositi sabbiosi, mentre le argille si sono depositate tra gli alvei attuali o i paleoalvei, al margine dei conoidi e nelle aree depresse di esondazione fluviale.

Piezometria e soggiacenza

Dalle misurazioni piezometriche e di soggiacenza effettuate nell'agosto-settembre 2007 si può stimare la presenza della falda acquifera, in corrispondenza di un intorno ampio dell'ambito in esame, ad una profondità compresa tra 2 e 3 metri dal piano campagna.

Caratterizzazione geotecnica dei terreni

Per la caratterizzazione geotecnica dei terreni presenti nel sottosuolo dell'Ambito ARS III si è fatto riferimento ai risultati ottenuti dall'elaborazione della prova penetrometrica nr. 5, eseguita all'interno dell'ambito in occasione della campagna geognostica del 2010, questi sono stati confrontati anche con i dati d'archivio reperiti da indagini eseguite nelle vicinanze. In occasione dell'esecuzione della prova è stata rilevata la presenza della falda acquifera a una profondità di circa -2 m dal p.d.c.

Sulla base dei risultati ottenuti al di sotto di un primo strato superficiale, si possono riconoscere, in modo schematico, sei strati principali:

il primo strato, compreso tra -0,6 m e circa -3,8 m di profondità, costituito in prevalenza da limi sabbiosi e sabbie limose, con intercalazioni di argille e limi più o meno argillosi, è caratterizzato da valori medi di R_p discreti, pari a circa 13 Kg/cm²;

il secondo livello, compreso tra -3,8 m e -5,6 m di profondità, presenta una prevalenza di argille e limi più o meno argillosi, a resistenza meccanica scadente, con valori medi di R_p pari a 6 kg/cm²;

il terzo livello, compreso tra -5,6 m e -6,8 m di profondità, è costituito nuovamente da limi sabbiosi e sabbie limose ed è caratterizzato da valori medi di R_p discreti, paragonabili a quelli del primo strato, pari a circa 13 Kg/cm²;

il quarto livello, compreso tra -6,8 m e -8,4 m di profondità è costituito da argille e limi più o meno argillosi, con valori medi di R_p mediocri, pari a circa 10 kg/cm²;

il quinto livello, compreso tra -8,4 m e -10,2 m di profondità è costituito da limi sabbiosi e sabbie limose, con valori medi di R_p nuovamente discreti, pari a circa 13 kg/cm²;

l'ultimo livello, compreso tra il precedente e la massima profondità raggiunta dalle prove (-30 m), è caratterizzato nel complesso da argille e limi più o meno argillosi con valori medi di R_p molto buoni, superiori a 26 kg/cm².

Nel complesso è possibile affermare che il sottosuolo dell'area in esame è caratterizzato da un'alternanza regolare di livelli a resistenza meccanica da discreta a scadente/mediocre. I valori più alti, ad esclusione degli strati più profondi, si hanno nei primi 4 m di profondità, con resistenze pari a circa 13 kg/cm².

Sismica

L'ambito ricade interamente in un'area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziali cedimenti.

Dall'elaborazione, attraverso il metodo speditivo di Robertson & Wride, dei dati dei sondaggi geognostici effettuati, la suscettibilità alla liquefazione risulta molto bassa.

L'amplificazione sismica, calcolata dalla prova Re.Mi. è vicina a valori di 1,5 in termini di accelerazione massima orizzontale (PGA), e a 1,8 e 2,3 in termini, rispettivamente, di intensità spettrale di Housner per gli intervalli di periodo T_0 0,1s-0,5s e 0,5s-1s.

In sede di POC, ai sensi della DAL RER 112/2007, dovranno essere effettuati approfondimenti di II livello per una migliore valutazione del coefficiente di amplificazione litologico dei terreni coesivi stessi, e approfondimenti di III livello qualora fossero rilevati livelli di terreni incoerenti passibili di liquefazione.

Conclusioni

L'ambito in esame si sviluppa, per tutta la sua estensione, su terreni limo-sabbiosi. La presenza della superficie piezometrica ad una profondità di circa 2-3 metri dal piano campagna induce ad ipotizzare possibili condizioni di parziale saturazione dei terreni a prevalente frazione limo-sabbiosa e, conseguentemente, possibili fenomeni di liquefazione/cedimenti in occasione di sisma. Tuttavia, la verifica alla liquefazione, eseguita sui risultati delle prove penetrometriche utilizzando il metodo speditivo di Robertson & Wride, non ha evidenziato alcuna possibilità di liquefazione.

La resistenza meccanica dei primi 4 metri di terreno risulta discreta: è possibile adottare le normali tecniche costruttive anche per insediamenti residenziali relativamente impegnativi; opere di un certo impegno possono richiedere l'impiego di fondazioni profonde, ma senza particolari difficoltà costruttive. In questo ultimo caso sarà importante valutare le caratteristiche dei terreni sottostanti che, a tal proposito, risultano avere, seppur per limitati spessori, valori di resistenza meccanica minori rispetto al primo.

In sede di POC, ai sensi della DAL RER 112/2007, dovranno essere effettuati approfondimenti di II livello per una migliore valutazione del coefficiente di amplificazione litologico dei terreni coesivi stessi, e approfondimenti di III livello qualora fossero rilevati livelli di terreni incoerenti passibili di liquefazione.

Per quanto sopra esposto, si ritiene edificabile l'ambito alle condizioni qui riportate e sulla base delle risultanze dei necessari approfondimenti richiesti che potranno definire ulteriori limitazioni o condizioni alla edificazione.

Ambito ARS_V

L'ambito è ubicato nella porzione centro-orientale del territorio comunale, nella periferia meridionale del Capoluogo, nel settore delimitato ad est da Via Piazza dello Sport, a nord dall'edificato di Via Fornace, ad ovest da Via Reduci della Prigionia 1940-1947 e a sud da terreni agricoli. Con un'estensione di 11 ettari, l'ambito è destinato a possibile trasformazione urbana per usi residenziali e/o di servizio.

Geologia, geomorfologia e permeabilità

L'intera estensione d'ambito si sviluppa prevalentemente limi e argille di piana alluvionale (area interfluviale e depositi di palude), caratterizzati da permeabilità molto bassa: i limi fanno generalmente da contorno ai depositi sabbiosi, mentre le argille si sono depositate tra gli alvei attuali o i paleovalvei, al margine dei conoidi e nelle aree depresse di esondazione fluviale.

Piezometria e soggiacenza

Dalle misurazioni piezometriche e di soggiacenza effettuate nell'agosto-settembre 2007 si può stimare la presenza della falda acquifera, in corrispondenza di un intorno ampio dell'ambito in esame, ad una profondità compresa tra 5 e 6 metri dal piano campagna.

Caratterizzazione geotecnica dei terreni

Per la caratterizzazione geotecnica dei terreni presenti nel sottosuolo dell'Ambito ARS V si è fatto riferimento ai risultati ottenuti dall'elaborazione delle prove penetrometriche nr. 9, 10, 11, eseguite all'interno dell'ambito in occasione della campagna geognostica del 2010. In occasione dell'esecuzione delle prove, la falda acquifera è stata rilevata alla profondità di circa 1,5 m nelle prove 9 e 10.

Sulla base dei risultati ottenuti al di sotto di un primo strato superficiale, si possono riconoscere, in modo schematico, quattro strati principali:

il primo strato, compreso tra -0,6 m e circa -6 m di profondità, costituito da argille e limi più o meno argillosi, con numerose intercalazioni di limi sabbiosi e sabbie limose, è caratterizzato da valori medi di R_p mediocri, pari a circa 10 Kg/cm²;

il secondo livello, compreso tra -6 m e circa -15 m di profondità, presenta una prevalenza di argille e limi più o meno argillosi, ma con minori intercalazioni di limi sabbiosi e sabbie limose rispetto allo strato precedente; nella sola prova nr. 11, da -14 a -15 m è presente un livello di sabbie pulite con ghiaie; dal punto di vista geotecnico lo strato è caratterizzato da valori di resistenza meccanica buoni con valori medi di R_p pari a circa 18 kg/cm²;

il terzo livello, compreso tra -15 m e -23 m di profondità, è costituito argille e limi più o meno argillosi, con numerose intercalazioni di limi sabbiosi e sabbie limose, ed è caratterizzato da valori medi di R_p molto buoni, superiori a 20 Kg/cm²;

l'ultimo livello, compreso tra il precedente e la massima profondità raggiunta dalla prova nr. 9 (-30 m), è caratterizzato nel complesso da argille e limi più o meno argillosi, con valori medi di R_p comunque molto buoni, superiori a 20 kg/cm².

Nel complesso è possibile affermare che il sottosuolo dell'area in esame è caratterizzato da valori di resistenza geomeccanica progressivamente crescenti dal piano campagna alla

profondità raggiunta dalla prova nr. 9 (-30 m). Lo strato superficiale, pari ai primi 6 m, possiede i valori di resistenza più bassi, mediocri.

Sismica

L'ambito ricade completamente in un'area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziali cedimenti.

Dall'elaborazione, attraverso il metodo speditivo di Robertson & Wride, dei dati dei sondaggi geognostici effettuati, la suscettibilità alla liquefazione risulta essere molto bassa.

L'amplificazione sismica, calcolata dalla prova Re.Mi. è vicina a valori di 1,5 in termini di accelerazione massima orizzontale (PGA), e a 1,8 e 2,3 in termini, rispettivamente, di intensità spettrale di Housner per gli intervalli di periodo T_0 0,1s-0,5s e 0,5s-1s.

In sede di POC dovranno essere effettuati approfondimenti di III livello, ai sensi della DAL RER 112/2007, per la definizione più dettagliata del coefficiente di amplificazione litologico, del potenziale di liquefazione e dei cedimenti permanenti attesi.

Conclusioni

L'ambito in esame si sviluppa, per tutta la sua estensione, su terreni limo-argillosi. La presenza della superficie piezometrica ad una profondità di circa 5-6 metri dal piano campagna induce ad ipotizzare possibili condizioni di parziale saturazione dei terreni a prevalente frazione limo-sabbiosa e, conseguentemente, possibili fenomeni di liquefazione/cedimenti in occasione di sisma. La verifica alla liquefazione eseguita sui risultati delle prove penetrometriche utilizzando il metodo speditivo di Robertson & Wride ha definito molto bassa la suscettibilità alla liquefazione.

La resistenza meccanica dei primi 4 metri di terreno risulta mediocre: l'edificazione eventualmente prevista potrà adottare normali tecniche costruttive (fondazioni superficiali a nastro - trave rovescia continua legata) per insediamenti di normale impegno (edifici residenziali fino a tre piani), mentre per edifici che richiedono fondazioni diverse occorrono attenti approfondimenti in fase esecutiva.

In sede di POC dovranno essere effettuati approfondimenti di III livello, ai sensi della DAL RER 112/2007, per la definizione più dettagliata del coefficiente di amplificazione litologico, del potenziale di liquefazione e dei cedimenti permanenti attesi.

Per quanto sopra esposto, si ritiene edificabile l'ambito alle condizioni qui riportate e sulla base delle risultanze dei necessari approfondimenti richiesti che potranno definire ulteriori limitazioni o condizioni alla edificazione.

Ambito APC_I

L'ambito è ubicato nella porzione centro-occidentale del territorio comunale, in località Sorbara, nel settore delimitato a sud da Via Viazza, ad est da Via Nazionale, ad ovest dalla Fossa di San Pietro e a nord da terreni agricoli. Con un'estensione di 2,4 ettari, l'ambito è destinato a possibile trasformazione urbana per usi terziario-commerciali.

Geologia, geomorfologia e permeabilità

La porzione meridionale dell'ambito si sviluppa prevalentemente su sabbie di canale e argine prossimale, di piana alluvionale. Sono sabbie medie e fini, in strati di spessore decimetrico, passanti lateralmente, ed intercalate, a sabbie fini e finissime limose e, subordinatamente, a limi argillosi; localmente possono essere presenti sabbie medie e grossolane in corpi lenticolari e nastriformi. Tali depositi, a buon grado di permeabilità, assumono la forma di dosso, rilevato rispetto ai terreni circostanti, e testimoniano l'attività di paleo-corsi d'acqua.

La porzione settentrionale si sviluppa prevalentemente su limi e argille di piana alluvionale (area interfluviale e depositi di palude), caratterizzati da permeabilità molto bassa: i limi fanno generalmente da contorno ai depositi sabbiosi, mentre le argille si sono depositate tra gli alvei attuali o i paleoalvei, al margine dei conoidi e nelle aree depresse di esondazione fluviale.

Piezometria e soggiacenza

Dalle misurazioni piezometriche e di soggiacenza effettuate nell'agosto-settembre 2007 si può stimare la presenza della falda acquifera, in corrispondenza di un intorno ampio dell'ambito in esame, ad una profondità compresa tra 3 e 4 metri dal piano campagna.

Caratterizzazione geotecnica dei terreni

Per la caratterizzazione geotecnica dei terreni presenti nel sottosuolo dell'Ambito APC I si è fatto riferimento ai risultati ottenuti dall'elaborazione della prova penetrometrica nr. 4, eseguita all'interno dell'ambito in occasione della campagna geognostica del 2010. In occasione dell'esecuzione della prova, la falda acquifera è stata rilevata alla profondità di circa 2 m.

Sulla base dei risultati ottenuti al di sotto di un primo strato superficiale, si possono riconoscere, in modo schematico, due strati principali:

il primo strato, compreso tra -0,6 m e circa -10,6 m di profondità, costituito da sabbie, è caratterizzato da valori medi di R_p molto buoni, pari a circa 26 Kg/cm²;

l'ultimo livello, compreso tra il precedente e la massima profondità raggiunta dalla prova (-30 m), è caratterizzato nel complesso da argille e limi più o meno argillosi, con valori medi di R_p comunque molto buoni, pari a circa 23 kg/cm².

Nel complesso è possibile affermare che il sottosuolo dell'area in esame è caratterizzato da valori di resistenza geomeccanica molto buoni, con resistenze alla punta anche molto elevate, in particolare nei primi 10 metri di profondità.

Sismica

L'ambito ricade, nella porzione settentrionale, in un'area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziali cedimenti; nella porzione meridionale, in un'area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziale liquefazione e cedimenti.

Dall'elaborazione, attraverso il metodo speditivo di Robertson & Wride, dei dati dei sondaggi geognostici effettuati, la suscettibilità alla liquefazione risulta essere molto bassa.

L'amplificazione sismica, calcolata dalla prova Re.Mi. è vicina a valori di 1,5 in termini di accelerazione massima orizzontale (PGA), e a 1,8 e 2,3 in termini, rispettivamente, di intensità spettrale di Housner per gli intervalli di periodo T_0 0,1s-0,5s e 0,5s-1s.

In sede di POC dovranno essere effettuati su tutto l'ambito approfondimenti di III livello, ai sensi della DAL RER 112/2007, per la definizione più dettagliata del coefficiente di amplificazione litologico, del potenziale di liquefazione e dei cedimenti permanenti attesi.

Conclusioni

L'ambito in esame si sviluppa, nel suo settore meridionale, su terreni limo-sabbiosi e, nella parte restante, su terreni limo-argillosi. La presenza della superficie piezometrica ad una profondità di circa 3-4 metri dal piano campagna induce ad ipotizzare possibili condizioni di parziale saturazione dei terreni a prevalente frazione limo-sabbiosa e, conseguentemente, possibili fenomeni di liquefazione/cedimenti in occasione di sisma. La verifica alla liquefazione eseguita sui risultati delle prove penetrometriche utilizzando il metodo speditivo di Robertson & Wride ha definito molto bassa la suscettibilità alla liquefazione.

La resistenza meccanica dei primi 4 metri di terreno risulta molto buona: l'eventuale edificabilità è assicurata per intervalli consistenti e potranno essere adottate fondazioni dirette superficiali. Interventi con alto rapporto H/L (altezza dell'edificio/lato lungo della fondazione) o con carichi eccentrici dovrebbero comunque essere attentamente verificati qualora fossero presenti livelli profondi con caratteristiche più scadenti di quelle riconosciute per l'intervallo superficiale.

In sede di POC dovranno essere effettuati su tutto l'ambito approfondimenti di III livello, ai sensi della DAL RER 112/2007, per la definizione più dettagliata del coefficiente di amplificazione litologico, del potenziale di liquefazione e dei cedimenti permanenti attesi.

Per quanto sopra esposto, si ritiene edificabile l'ambito alle condizioni qui riportate e sulla base delle risultanze dei necessari approfondimenti richiesti che potranno definire ulteriori limitazioni o condizioni alla edificazione.

Ambito APR_I

L'ambito è ubicato nella porzione nord-orientale del territorio comunale, in località Solara, nel settore delimitato ad ovest da Via Walter Tabacchi, a nord da Via Carrate, a sud da edificato esistente e ad est da terreni agricoli. Con un'estensione di 2,9 ettari, l'ambito è destinato a possibile trasformazione urbana per usi produttivi.

Geologia, geomorfologia e permeabilità

L'intera superficie d'ambito si sviluppa prevalentemente su limi e argille di piana alluvionale (area interfluviale e depositi di palude), caratterizzati da permeabilità molto bassa: i limi fanno generalmente da contorno ai depositi sabbiosi, mentre le argille si sono depositate tra gli alvei attuali o i paleoalvei, al margine dei conoidi e nelle aree depresse di esondazione fluviale.

Piezometria e soggiacenza

Dalle misurazioni piezometriche e di soggiacenza effettuate nell'agosto-settembre 2007 si può stimare la presenza della falda acquifera, in corrispondenza di un intorno ampio dell'ambito in esame, ad una profondità compresa tra 3 e 4 metri dal piano campagna.

Caratterizzazione geotecnica dei terreni

Per la caratterizzazione geotecnica dei terreni presenti nel sottosuolo dell'Ambito APR I si è fatto riferimento ai risultati ottenuti dall'elaborazione della prova penetrometrica nr. 1, eseguita all'interno dell'ambito in occasione della campagna geognostica del 2010. In occasione dell'esecuzione della prova, la falda acquifera è stata rilevata alla profondità di circa 2 m.

Sulla base dei risultati ottenuti al di sotto di un primo strato superficiale, si possono riconoscere, in modo schematico, cinque strati principali:

il primo strato, compreso tra -0,6 m e circa -1,6 m di profondità, costituito da argille e limi più o meno argillosi, è caratterizzato da valori medi di R_p scadenti, pari a circa 7 Kg/cm²;

il secondo livello, compreso tra -1,6 m e circa -4,4 m di profondità, presenta una fitta alternanza di argille e limi più o meno argillosi e limi sabbiosi e sabbie limose; da punto di vista geotecnico lo strato è caratterizzato da resistenza meccanica comunque scadente, con valori medi di R_p pari a 7,6 kg/cm²;

il terzo livello, compreso tra -4,4 m e -6,8 m di profondità, è costituito da argille e limi più o meno argillosi ed è caratterizzato da valori medi di R_p mediocri, di poco superiori a 8 Kg/cm²;

il quarto livello, compreso tra -6,8 m e -10 m di profondità è costituito principalmente da limi sabbiosi e sabbie limose, con valori medi di R_p discreti, di poco superiori a 12 kg/cm²;

l'ultimo livello, compreso tra il precedente e la massima profondità raggiunta dalle prove (-15 m), è caratterizzato nel complesso da argille e limi più o meno argillosi con valori medi di R_p molto buoni, pari a circa 22 kg/cm².

Nel complesso è possibile affermare che il sottosuolo dell'area in esame è caratterizzato da valori di resistenza geomeccanica da scadenti a discreti per i primi 10 m, che divengono molto buoni solo negli ultimi 5 metri della prova.

E' infine utile segnalare come all'interno dell'ambito, dall'interpolazione eseguita su tutte le prove penetrometriche a disposizione, sia presente un'area caratterizzata dall'inversione dei valori di R_p con la profondità, ovvero in cui i valori di R_p degli strati da 4 m a 7 m e da 7 m a 10 m sono minori rispetto a quelli del primo strato (1 - 4 m) e dove, quindi, possono verificarsi con maggiore probabilità cedimenti.

Sismica

L'ambito ricade per tutta la sua estensione in un'area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziali cedimenti.

Dall'elaborazione, attraverso il metodo speditivo di Robertson & Wride, dei dati dei sondaggi geognostici effettuati, la suscettibilità alla liquefazione risulta molto bassa.

L'amplificazione sismica, calcolata dalla prova Re.Mi. è vicina a valori di 1,5 in termini di accelerazione massima orizzontale (PGA), e a 1,8 e 2,3 in termini, rispettivamente, di intensità spettrale di Housner per gli intervalli di periodo T_0 0,1s-0,5s e 0,5s-1s.

In sede di POC dovranno essere effettuati approfondimenti di II livello per la valutazione del coefficiente di amplificazione litologico dei terreni coesivi stessi ed approfondimenti di III livello qualora fossero rilevati terreni incoerenti passibili di liquefazione.

Conclusioni

L'ambito in esame si sviluppa, per l'intera sua estensione, su terreni limo-argillosi. La presenza della superficie piezometrica ad una profondità di circa 3-4 metri dal piano campagna induce ad ipotizzare possibili condizioni di parziale saturazione dei terreni a prevalente frazione limo-sabbiosa e, conseguentemente, possibili fenomeni di liquefazione/cedimenti in occasione di sisma. Tuttavia, la verifica alla liquefazione, eseguita sui risultati delle prove penetrometriche utilizzando il metodo speditivo di Robertson & Wride, ha evidenziato una suscettibilità alla liquefazione molto bassa.

La resistenza meccanica dei primi 4 metri di terreno risulta scadente: l'eventuale edificazione prevista potrà adottare le normali tecniche costruttive (fondazioni superficiali a nastro - trave rovescia continua legata) per insediamenti di modesto impegno (modeste pressioni di esercizio unitarie e distribuzione omogenea e simmetrica dei carichi), mentre per edifici che richiedano fondazioni diverse, occorrono attenti approfondimenti in fase esecutiva e si dovrà porre particolare attenzione anche alle caratteristiche geotecniche degli strati sottostanti, soprattutto nell'area di inversione dei valori di R_p .

In sede di POC dovranno essere effettuati approfondimenti di II livello per la valutazione del coefficiente di amplificazione litologico dei terreni coesivi stessi ed approfondimenti di III livello qualora fossero rilevati terreni incoerenti passibili di liquefazione.

Per quanto sopra esposto, si ritiene edificabile l'ambito alle condizioni qui riportate e sulla base delle risultanze dei necessari approfondimenti richiesti che potranno definire ulteriori limitazioni o condizioni alla edificazione.

Ambito APR_II

L'ambito è ubicato nella porzione nord-orientale del territorio comunale, in località Solara, nel settore delimitato a sud da Via Panaria Bassa, ad est dall'area industriale di Via Tabacchi, a nord dalla carraia che porta alla località Maia e ad ovest da terreni agricoli. Con un'estensione di 1,2 ettari, l'ambito è destinato a possibile trasformazione urbana per usi produttivi.

Geologia, geomorfologia e permeabilità

La porzione meridionale dell'ambito si sviluppa prevalentemente su sabbie di canale e argine prossimale, di piana alluvionale. Sono sabbie medie e fini, in strati di spessore decimetrico, passanti lateralmente, ed intercalate, a sabbie fini e finissime limose e, subordinatamente, a limi argillosi; localmente possono essere presenti sabbie medie e grossolane in corpi lenticolari e nastriformi. Tali depositi, a buon grado di permeabilità, assumono la forma di dosso, rilevato rispetto ai terreni circostanti, e testimoniano l'attività di paleo-corsi d'acqua.

La porzione settentrionale si sviluppa prevalentemente su limi e argille di piana alluvionale (area interfluviale e depositi di palude), caratterizzati da permeabilità molto bassa: i limi fanno generalmente da contorno ai depositi sabbiosi, mentre le argille si sono depositate tra gli alvei attuali o i paleoalvei, al margine dei conoidi e nelle aree depresse di esondazione fluviale.

Piezometria e soggiacenza

Dalle misurazioni piezometriche e di soggiacenza effettuate nell'agosto-settembre 2007 si può stimare la presenza della falda acquifera, in corrispondenza di un intorno ampio dell'ambito in esame, ad una profondità compresa tra 3 e 5 metri dal piano campagna.

Caratterizzazione geotecnica dei terreni

Per la caratterizzazione geotecnica dei terreni presenti nel sottosuolo dell'Ambito APR II si è fatto riferimento ai risultati ottenuti dall'elaborazione della prova penetrometrica nr. 2, eseguita all'interno dell'ambito in occasione della campagna geognostica del 2010. In occasione dell'esecuzione della prova, la falda acquifera è stata individuata alla profondità di circa 2 m.

Sulla base dei risultati ottenuti al di sotto di un primo strato superficiale, si possono riconoscere, in modo schematico, tre strati principali:

il primo strato, compreso tra -0,6 m e circa -9,4 m di profondità, costituito da argille e limi più o meno argillosi, con scarse intercalazioni di limi sabbiosi e sabbie limose, è caratterizzato da valori medi di R_p mediocri, prossimi a 8 Kg/cm²;

il secondo livello, compreso tra -9,4 m e circa -10,6 m di profondità, presenta una breve sequenza di sabbie pulite e sabbie con ghiaie; da punto di vista geotecnico lo strato è caratterizzato da valori di resistenza meccanica comunque molto buoni con valori medi di R_p superiori a 60 kg/cm²;

l'ultimo livello, compreso tra il precedente e la massima profondità raggiunta dalle prove (-15 m), è caratterizzato da una sequenza uniforme di argille e limi più o meno argillosi, con valori medi di R_p molto buoni, pari a circa 27 kg/cm².

Nel complesso è possibile affermare che il sottosuolo dell'area in esame è caratterizzato da valori di resistenza geomeccanica mediocri, con resistenze alla punta che aumentano sensibilmente solo oltre i 10 m di profondità.

Sismica

L'ambito ricade, nella porzione settentrionale, in un'area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziali cedimenti e, per la parte restante, in un'area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziale liquefazione e cedimenti.

Dall'elaborazione, attraverso il metodo speditivo di Robertson & Wride, dei dati dei sondaggi geognostici effettuati, la suscettibilità alla liquefazione risulta essere molto bassa.

L'amplificazione sismica, calcolata dalla prova Re.Mi. è vicina a valori di 1,5 in termini di accelerazione massima orizzontale (PGA), e a 1,8 e 2,3 in termini, rispettivamente, di intensità spettrale di Housner per gli intervalli di periodo T_0 0,1s-0,5s e 0,5s-1s.

In sede di POC dovranno essere effettuati approfondimenti di III livello, ai sensi della DAL RER 112/2007, per la definizione più dettagliata del coefficiente di amplificazione litologico, del potenziale di liquefazione e dei cedimenti permanenti attesi.

Conclusioni

L'ambito in esame si sviluppa, nella sua parte meridionale, su terreni limo-sabbiosi e, in quella restante, su terreni limo-argillosi. La presenza della superficie piezometrica ad una profondità di circa 3-5 metri dal piano campagna induce ad ipotizzare possibili condizioni di parziale saturazione dei terreni a prevalente frazione limo-sabbiosa e, conseguentemente, possibili fenomeni di liquefazione/cedimenti in occasione di sisma.

Tuttavia, la verifica alla liquefazione, eseguita sui risultati delle prove penetrometriche utilizzando il metodo speditivo di Robertson & Wride, ha evidenziato una suscettibilità alla liquefazione molto bassa.

La resistenza meccanica dei primi 4 metri di terreno risulta mediocre: l'edificazione eventualmente prevista potrà adottare normali tecniche costruttive (fondazioni superficiali a nastro - trave rovescia continua legata) per insediamenti di normale impegno (edifici residenziali fino a tre piani), mentre per edifici che richiedono fondazioni diverse occorrono attenti approfondimenti in fase esecutiva.

In sede di POC dovranno essere effettuati approfondimenti di III livello, ai sensi della DAL RER 112/2007, per la definizione più dettagliata del coefficiente di amplificazione litologico, del potenziale di liquefazione e dei cedimenti permanenti attesi.

Per quanto sopra esposto, si ritiene edificabile l'ambito alle condizioni qui riportate e sulla base delle risultanze dei necessari approfondimenti richiesti che potranno definire ulteriori limitazioni o condizioni alla edificazione.

Ambito APR_III

L'ambito è ubicato nella porzione meridionale del territorio comunale, in località Villavara, nel settore delimitato a ovest da Via per Modena, a sud da Via Marzabotto, ad ovest da località Cà Benvenuti e a nord da terreni agricoli. Con un'estensione di 3,3 ettari, l'ambito è destinato a possibile trasformazione urbana per usi produttivi.

Geologia, geomorfologia e permeabilità

L'intera estensione dell'ambito si sviluppa prevalentemente su limi e argille di piana alluvionale (area interfluviale e depositi di palude), caratterizzati da permeabilità molto bassa: i limi fanno generalmente da contorno ai depositi sabbiosi, mentre le argille si sono depositate tra gli alvei attuali o i paleoalvei, al margine dei conoidi e nelle aree depresse di esondazione fluviale.

Piezometria e soggiacenza

Dalle misurazioni piezometriche e di soggiacenza effettuate nell'agosto-settembre 2007 si può stimare la presenza della falda acquifera, in corrispondenza di un intorno ampio dell'ambito in esame, ad una profondità compresa tra 4 e 5 metri dal piano campagna.

Caratterizzazione geotecnica dei terreni

Per la caratterizzazione geotecnica dei terreni presenti nel sottosuolo dell'Ambito APR III si è fatto riferimento ai risultati ottenuti dall'elaborazione della prova penetrometrica nr. 12, eseguita all'interno dell'ambito in occasione della campagna geognostica del 2010. In occasione dell'esecuzione della prova non è stata rilevata la presenza della falda acquifera. Sulla base dei risultati ottenuti al di sotto di un primo strato superficiale, si possono riconoscere, in modo schematico, un unico strato principale: compreso tra -0,6 m e la massima profondità raggiunta dalle prove (-15 m), presenta una prevalenza di argille e limi più o meno argillosi; da punto di vista geotecnico lo strato è caratterizzato da valori di resistenza meccanica molto buoni, con valori medi di R_p pari a 20 kg/cm².

Nel complesso è possibile affermare che il sottosuolo dell'area in esame è caratterizzato da valori di resistenza geomeccanica molto buoni, con resistenze alla punta che si mantengono sostanzialmente costanti lungo tutta la verticale penetrometrica; eccezione fatta per un sottile strato di limi sabbiosi e sabbie limose tra -13 e -13,4 m.

Sismica

L'ambito ricade interamente in un'area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziali cedimenti.

Dall'elaborazione, attraverso il metodo speditivo di Robertson & Wride, dei dati dei sondaggi geognostici effettuati, la suscettibilità alla liquefazione risulta essere molto bassa.

L'amplificazione sismica, calcolata dalla prova Re.Mi. è vicina a valori di 1,5 in termini di accelerazione massima orizzontale (PGA), e a 1,8 e 2,5 in termini, rispettivamente, di intensità spettrale di Housner per gli intervalli di periodo T_0 0,1s-0,5s e 0,5s-1s.

In sede di POC, ai sensi della DAL RER 112/2007, saranno sufficienti approfondimenti di II livello per una migliore valutazione del coefficiente di amplificazione litologico dei terreni; qualora fossero rilevati terreni incoerenti passibili di liquefazione si dovrà procedere con approfondimenti di III livello.

Conclusioni

L'ambito in esame si sviluppa, per l'intera sua estensione, su terreni limo-argillosi. La presenza della superficie piezometrica ad una profondità di circa 3-5 metri dal piano campagna induce ad ipotizzare possibili condizioni di parziale saturazione dei terreni a prevalente frazione limo-sabbiosa e, conseguentemente, possibili fenomeni di liquefazione/cedimenti in occasione di sisma.

Tuttavia, la verifica alla liquefazione, eseguita sui risultati delle prove penetrometriche utilizzando il metodo speditivo di Robertson & Wride, ha evidenziato una suscettibilità alla liquefazione molto bassa.

La resistenza meccanica dei primi 4 metri di terreno risulta molto buona: l'eventuale edificabilità è assicurata per intervalli consistenti e potranno essere adottate fondazioni dirette superficiali. Interventi con alto rapporto H/L (altezza dell'edificio/lato lungo della fondazione) o con carichi eccentrici dovrebbero comunque essere attentamente verificati qualora fossero presenti livelli profondi con caratteristiche più scadenti di quelle riconosciute per l'intervallo superficiale.

In sede di POC, ai sensi della DAL RER 112/2007, saranno sufficienti approfondimenti di II livello per una migliore valutazione del coefficiente di amplificazione litologico dei terreni; qualora fossero rilevati terreni incoerenti passibili di liquefazione si dovrà procedere con approfondimenti di III livello.

Per quanto sopra esposto, si ritiene edificabile l'ambito alle condizioni qui riportate e sulla base delle risultanze dei necessari approfondimenti richiesti che potranno definire ulteriori limitazioni o condizioni alla edificazione.

Ambito APR_IV

L'ambito è ubicato nella porzione meridionale del territorio comunale, in località Villavara, dall'edificato produttivo esistente di Via 25 Aprile, a nord da Via Marzabotto, ad ovest e a sud da terreni agricoli. Con un'estensione di 8 ettari, l'ambito è destinato a possibile trasformazione urbana per usi produttivi.

Geologia, geomorfologia e permeabilità

L'intera superficie d'ambito si sviluppa prevalentemente su limi e argille di piana alluvionale (area interfluviale e depositi di palude), caratterizzati da permeabilità molto bassa: i limi fanno generalmente da contorno ai depositi sabbiosi, mentre le argille si sono depositate tra gli alvei attuali o i paleoalvei, al margine dei conoidi e nelle aree depresse di esondazione fluviale.

Piezometria e soggiacenza

Dalle misurazioni piezometriche e di soggiacenza effettuate nell'agosto-settembre 2007 si può stimare la presenza della falda acquifera, in corrispondenza di un intorno ampio dell'ambito in esame, ad una profondità compresa tra 4 e 5 metri dal piano campagna.

Caratterizzazione geotecnica dei terreni

Per la caratterizzazione geotecnica dei terreni presenti nel sottosuolo dell'Ambito APR IV si è fatto riferimento ai risultati ottenuti dall'elaborazione della prova penetrometrica nr. 13, eseguita all'interno dell'ambito in occasione della campagna geognostica del 2010. In occasione dell'esecuzione della prova, la falda acquifera è stata individuata alla profondità di circa 3 m.

Sulla base dei risultati ottenuti al di sotto di un primo strato superficiale, si possono riconoscere, in modo schematico, quattro strati principali:

il primo strato, compreso tra -0,6 m e circa -12,8 m di profondità, costituito da argille e limi più o meno argillosi, con rare intercalazioni di limi sabbiosi e sabbie limose, è caratterizzato da valori medi di R_p molto buoni che superano i 20 Kg/cm²;

il secondo livello, compreso tra -12,8 m e circa -17,2 m di profondità, presenta una prevalenza di limi sabbiosi e sabbie limose; dal punto di vista geotecnico lo strato è caratterizzato da valori di resistenza meccanica molto buoni, con valori medi di R_p superiori a 30 kg/cm²;

il terzo livello, compreso tra -17,2 m e -29,4 m di profondità, è costituito in prevalenza da argille e limi più o meno argillosi, ma presenta almeno due livelli minori di limi sabbiosi e sabbie limose, con sabbie pulite e sabbie con ghiaia; è nel complesso caratterizzato da valori medi di R_p buoni, pari a circa 17 Kg/cm²;

l'ultimo livello, compreso tra il precedente e la massima profondità raggiunta dalle prove (-30 m), è caratterizzato nel complesso limi sabbiosi e sabbie limose, intercalate a sabbie pulite e sabbie con ghiaia, con valori medi di R_p molto buoni, pari a circa 34 kg/cm².

Nel complesso è possibile affermare che il sottosuolo dell'area in esame è caratterizzato da valori di resistenza geomeccanica molto buoni, con resistenze alla punta anche molto elevate.

Sismica

L'ambito ricade interamente in un'area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziali cedimenti.

Dall'elaborazione, attraverso il metodo speditivo di Robertson & Wride, dei dati dei sondaggi geognostici effettuati, la suscettibilità alla liquefazione risulta molto bassa.

L'amplificazione sismica, calcolata dall'elaborazione delle prove Re.Mi., è, per la porzione settentrionale, vicina a valori di 1,5 in termini di accelerazione massima orizzontale (PGA), e a 1,8 e 2,5 in termini, rispettivamente, di intensità spettrale di Housner per gli intervalli di periodo T_0 0,1s-0,5s e 0,5s-1s; per la porzione restante è vicina a valori di 1,5 in termini di accelerazione massima orizzontale (PGA), e a 1,8 e 2,3 in termini, rispettivamente, di intensità spettrale di Housner per gli intervalli di periodo T_0 0,1s-0,5s e 0,5s-1s.

In sede di POC dovranno essere effettuati approfondimenti di III livello, ai sensi della DAL RER 112/2007, per la definizione più dettagliata del coefficiente di amplificazione litologico, del potenziale di liquefazione e dei cedimenti permanenti attesi nelle aree ove la liquefazione risulta probabile, nonché dei cedimenti post sismici nei terreni coesivi.

Conclusioni

L'ambito in esame si sviluppa interamente su terreni limo-argillosi. La presenza della superficie piezometrica ad una profondità di circa 4-5 metri dal piano campagna induce ad ipotizzare possibili condizioni di parziale saturazione dei terreni a prevalente frazione limo-sabbiosa e, conseguentemente, possibili fenomeni di liquefazione/cedimenti in occasione di sisma. La verifica alla liquefazione eseguita sui risultati delle prove penetrometriche utilizzando il metodo speditivo di Robertson & Wride ha definito molto bassa la suscettibilità alla liquefazione.

La resistenza meccanica dei primi 4 metri di terreno risulta molto buona: l'eventuale edificabilità è assicurata per intervalli consistenti e potranno essere adottate fondazioni dirette superficiali. Interventi con alto rapporto H/L (altezza dell'edificio/lato lungo della fondazione) o con carichi eccentrici dovrebbero comunque essere attentamente verificati qualora fossero presenti livelli profondi con caratteristiche più scadenti di quelle riconosciute per l'intervallo superficiale.

In sede di POC dovranno essere effettuati approfondimenti di III livello, ai sensi della DAL RER 112/2007, per la definizione più dettagliata del coefficiente di amplificazione litologico, del potenziale di liquefazione e dei cedimenti permanenti attesi nelle aree ove la liquefazione risulta probabile, nonché dei cedimenti post sismici nei terreni coesivi.

Per quanto sopra esposto, si ritiene edificabile l'ambito alle condizioni qui riportate e sulla base delle risultanze dei necessari approfondimenti richiesti che potranno definire ulteriori limitazioni o condizioni alla edificazione.

Ambito APR_V

L'ambito è ubicato nella porzione meridionale del territorio comunale, in località Villavara, nel settore delimitato a nord dal comparto ad usi produttivi esistente, ad est da Via per Modena e a sud ed ovest da terreni agricoli. Con un'estensione di 8 ettari, l'ambito è destinato a possibile trasformazione urbana per usi produttivi.

Geologia, geomorfologia e permeabilità

L'intera superficie d'ambito si sviluppa prevalentemente su limi e argille di piana alluvionale (area interfluviale e depositi di palude), caratterizzati da permeabilità molto bassa: i limi fanno generalmente da contorno ai depositi sabbiosi, mentre le argille si sono depositate tra gli alvei attuali o i paleoalvei, al margine dei conoidi e nelle aree depresse di esondazione fluviale.

Piezometria e soggiacenza

Dalle misurazioni piezometriche e di soggiacenza effettuate nell'agosto-settembre 2007 si può stimare la presenza della falda acquifera, in corrispondenza di un intorno ampio dell'ambito in esame, ad una profondità compresa tra 4 e 5 metri dal piano campagna.

Caratterizzazione geotecnica dei terreni

Per la caratterizzazione geotecnica dei terreni presenti nel sottosuolo dell'Ambito APR V si è fatto riferimento ai risultati ottenuti dall'elaborazione delle prove penetrometriche nr. 14 e 15, eseguite all'interno ed all'esterno dell'ambito in occasione della campagna geognostica del 2010. In occasione dell'esecuzione delle prove, la falda acquifera è stata individuata alla profondità di circa 2 m.

Sulla base dei risultati ottenuti al di sotto di un primo strato superficiale, si possono riconoscere, in modo schematico, due strati principali:

il primo strato, compreso tra -0,6 m e circa -1,8 m di profondità, costituito da argille e limi più o meno argillosi e da limi sabbiosi e sabbie limose, è caratterizzato da valori medi di R_p mediocri, pari a circa 10 Kg/cm²;

l'ultimo livello, compreso tra il precedente e la massima profondità raggiunta dalla prova nr. 14 (-15 m), è caratterizzato nel complesso da argille e limi più o meno argillosi, con valori medi di R_p molto buoni, pari a circa 26 kg/cm².

La stratigrafia della prova nr. 15 non si discosta significativamente da quella della prova 14, se non per la presenza più evidente, a tre profondità diverse, di sottili strati di sabbie e sabbie e ghiaie.

Nel complesso è possibile affermare che il sottosuolo dell'area in esame è caratterizzato da valori di resistenza geomeccanica discreti, con resistenze alla punta comunque crescenti con la profondità e già su valori molto buoni oltre i primi 2 metri.

Sismica

L'ambito ricade interamente in un'area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziali cedimenti.

Dall'elaborazione, attraverso il metodo speditivo di Robertson & Wride, dei dati dei sondaggi geognostici effettuati, la suscettibilità alla liquefazione risulta essere molto bassa.

L'amplificazione sismica, calcolata dall'elaborazione delle prove Re.Mi., è vicina a valori di 1,5 in termini di accelerazione massima orizzontale (PGA), e a 1,8 e 2,3 in termini, rispettivamente, di intensità spettrale di Housner per gli intervalli di periodo T_0 0,1s-0,5s e 0,5s-1s.

In sede di POC, ai sensi della DAL RER 112/2007, saranno sufficienti approfondimenti di II livello per una migliore valutazione del coefficiente di amplificazione litologico dei terreni; qualora fossero rilevati terreni incoerenti passibili di liquefazione si dovrà procedere con approfondimenti di III livello.

Conclusioni

L'ambito in esame si sviluppa interamente su terreni limo-argillosi. La presenza della superficie piezometrica ad una profondità di circa 4-5 metri dal piano campagna induce ad ipotizzare possibili condizioni di parziale saturazione dei terreni a prevalente frazione limo-sabbiosa e, conseguentemente, possibili fenomeni di liquefazione/cedimenti in occasione di sisma.

Tuttavia, la verifica alla liquefazione, eseguita sui risultati delle prove penetrometriche utilizzando il metodo speditivo di Robertson & Wride, ha evidenziato una suscettibilità alla liquefazione molto bassa.

La resistenza meccanica dei primi 4 metri di terreno risulta discreta: è possibile adottare le normali tecniche costruttive anche per insediamenti residenziali relativamente impegnativi; opere di un certo impegno possono richiedere l'impiego di fondazioni profonde, ma senza particolari difficoltà costruttive. In questo ultimo caso sarà importante valutare le caratteristiche dei terreni sottostanti, che comunque registrano resistenze sempre crescenti.

In sede di POC, ai sensi della DAL RER 112/2007, saranno sufficienti approfondimenti di II livello per una migliore valutazione del coefficiente di amplificazione litologico dei terreni; qualora fossero rilevati terreni incoerenti passibili di liquefazione si dovrà procedere con approfondimenti di III livello.

Per quanto sopra esposto, si ritiene edificabile l'ambito alle condizioni qui riportate e sulla base delle risultanze dei necessari approfondimenti richiesti che potranno definire ulteriori limitazioni o condizioni alla edificazione.

Ambito ARR_I

L'ambito è ubicato nella porzione centro-occidentale del territorio comunale, in località Sorbara, nel settore delimitato a ovest da Via Nazionale, a nord da Via E. Barsanti, ad est da Via G. Galilei ed è attraversato dall'attuale Via A. Meucci. Con un'estensione di 0,7 ettari, l'ambito è destinato a riqualificazione urbana per usi residenziali.

Geologia, geomorfologia e permeabilità

La porzione orientale dell'ambito si sviluppa prevalentemente su sabbie di canale e argine prossimale, di piana alluvionale. Sono sabbie medie e fini, in strati di spessore decimetrico, passanti lateralmente, ed intercalate, a sabbie fini e finissime limose e, subordinatamente, a limi argillosi; localmente possono essere presenti sabbie medie e grossolane in corpi lenticolari e nastriformi. Tali depositi, a buon grado di permeabilità, assumono la forma di dosso, rilevato rispetto ai terreni circostanti, e testimoniano l'attività di paleo-corsi d'acqua.

La porzione occidentale si sviluppa prevalentemente su limi e argille di piana alluvionale (area interfluviale e depositi di palude), caratterizzati da permeabilità molto bassa: i limi fanno generalmente da contorno ai depositi sabbiosi, mentre le argille si sono depositate tra gli alvei attuali o i paleoalvei, al margine dei conoidi e nelle aree depresse di esondazione fluviale.

Piezometria e soggiacenza

Dalle misurazioni piezometriche e di soggiacenza effettuate nell'agosto-settembre 2007 si può stimare la presenza della falda acquifera, in corrispondenza di un intorno ampio dell'ambito in esame, ad una profondità di circa 3 metri dal piano campagna.

Caratterizzazione geotecnica dei terreni

Per la caratterizzazione geotecnica dei terreni presenti nel sottosuolo dell'ambito ARR I si è fatto riferimento ai risultati ottenuti dall'elaborazione delle seguenti prove penetrometriche statiche di archivio:

CPT 202013C001A e CPT 202013C010L, elaborate per la stesura del Q.C. del PSC ed eseguite all'interno dell'ambito.

In occasione dell'esecuzione delle prove, la falda acquifera è stata individuata a circa 4 m di profondità.

Sulla base dei risultati ottenuti al di sotto di un primo strato superficiale, si possono riconoscere, in modo schematico, tre strati principali:

il primo strato, compreso tra -0,4 m e circa -2,5 m di profondità, costituito da limi sabbiosi e sabbie limose, è caratterizzato da valori medi di R_p mediocri, compresi tra 8 e 12 Kg/cm²;

il secondo livello, compreso tra -2,5 m e circa -8 m di profondità, presenta una alternanza di limi sabbiosi e sabbie limose e argille e limi più o meno argillosi; è caratterizzato da valori medi di R_p mediocri/discreti, da 8 fino a 14 kg/cm²;

l'ultimo livello, compreso tra il precedente e la massima profondità raggiunta dalle prove (-9,8 m), è caratterizzato nel complesso da argille e limi più o meno argillosi con valori medi di R_p mediocri, pari a circa 11 kg/cm².

Nel complesso è possibile affermare che il sottosuolo dell'area in esame è caratterizzato da valori di resistenza geomeccanica mediocri, con un leggero aumento dei valori con la profondità.

E' infine utile segnalare come all'interno dell'ambito (porzione sud-orientale), dall'interpolazione eseguita su tutte le prove penetrometriche a disposizione, sia presente un'area caratterizzata dall'inversione dei valori di R_p con la profondità, ovvero in cui i valori di R_p degli strati da 4 m a 7 m e da 7 m a 10 m sono minori rispetto a quelli del primo strato (1 - 4 m) e dove, quindi, possono verificarsi con maggiore probabilità cedimenti.

Sismica

L'ambito ricade, nella porzione orientale, in un'area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziali cedimenti e, nella porzione occidentale, in un'area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziale liquefazione e cedimenti.

Dall'elaborazione, attraverso il metodo speditivo di Robertson & Wride, dei dati dei sondaggi geognostici effettuati, la suscettibilità alla liquefazione risulta essere molto bassa.

L'amplificazione sismica, calcolata dall'elaborazione delle prove Re.Mi., è vicina a valori di 1,5 in termini di accelerazione massima orizzontale (PGA), e a 1,8 e 2,5 in termini, rispettivamente, di intensità spettrale di Housner per gli intervalli di periodo T_0 0,1s-0,5s e 0,5s-1s.

In sede di POC dovranno essere effettuati approfondimenti di III livello, ai sensi della DAL RER 112/2007, per la definizione più dettagliata del coefficiente di amplificazione litologico, del potenziale di liquefazione e dei cedimenti permanenti attesi.

Conclusioni

L'ambito in esame si sviluppa, per la sua porzione occidentale, su terreni limo-sabbiosi e, per la restante parte, su terreni limo-argillosi. La presenza della superficie piezometrica ad una profondità di circa 3 metri dal piano campagna induce ad ipotizzare possibili condizioni di parziale saturazione dei terreni a prevalente frazione limo-sabbiosa e, conseguentemente, possibili fenomeni di liquefazione/cedimenti in occasione di sisma.

Tuttavia, la verifica alla liquefazione, eseguita sui risultati delle prove penetrometriche utilizzando il metodo speditivo di Robertson & Wride, ha evidenziato una suscettibilità alla liquefazione molto bassa.

La resistenza meccanica dei primi 4 metri di terreno risulta discreta: è possibile adottare le normali tecniche costruttive anche per insediamenti residenziali relativamente impegnativi; opere di un certo impegno possono richiedere l'impiego di fondazioni profonde, ma senza particolari difficoltà costruttive. In questo ultimo caso sarà importante valutare le caratteristiche dei terreni sottostanti.

In sede di POC dovranno essere effettuati approfondimenti di III livello, ai sensi della DAL RER 112/2007, per la definizione più dettagliata del coefficiente di amplificazione litologico, del potenziale di liquefazione e dei cedimenti permanenti attesi.

Per quanto sopra esposto, si ritiene edificabile l'ambito alle condizioni qui riportate e sulla base delle risultanze dei necessari approfondimenti richiesti che potranno definire ulteriori limitazioni o condizioni alla edificazione.

Ambito ARR_II

L'ambito è ubicato nella porzione centro-occidentale del territorio comunale, in località Sorbara, nel settore delimitato a nord da Via Ravarino-Carpi, ad ovest e a sud da Via Nazionale e ad est da Via A. Grandi. Con un'estensione di 3,7 ettari, l'ambito è destinato a riqualificazione urbana per usi residenziali.

Geologia, geomorfologia e permeabilità

L'intero bordo occidentale dell'ambito si sviluppa prevalentemente su sabbie di canale e argine prossimale, di piana alluvionale. Sono sabbie medie e fini, in strati di spessore decimetrico, passanti lateralmente, ed intercalate, a sabbie fini e finissime limose e, subordinatamente, a limi argillosi; localmente possono essere presenti sabbie medie e grossolane in corpi lenticolari e nastroforni. Tali depositi, a buon grado di permeabilità, assumono la forma di dosso, rilevato rispetto ai terreni circostanti, e testimoniano l'attività di paleo-corsi d'acqua.

La porzione restante si sviluppa prevalentemente su limi e argille di piana alluvionale (area interfluviale e depositi di palude), caratterizzati da permeabilità molto bassa: i limi fanno generalmente da contorno ai depositi sabbiosi, mentre le argille si sono depositate tra gli alvei attuali o i paleoalvei, al margine dei conoidi e nelle aree depresse di esondazione fluviale.

Piezometria e soggiacenza

Dalle misurazioni piezometriche e di soggiacenza effettuate nell'agosto-settembre 2007 si può stimare la presenza della falda acquifera, in corrispondenza di un intorno ampio dell'ambito in esame, ad una profondità di circa 3 metri dal piano campagna.

Caratterizzazione geotecnica dei terreni

Per la caratterizzazione geotecnica dei terreni presenti nel sottosuolo dell'Ambito ARR II si è fatto riferimento ai risultati ottenuti dall'elaborazione della seguente prova penetrometrica statica d'archivio:

CPT 202013C019A elaborata per la stesura del Q.C. del PSC.

In occasione dell'esecuzione della prova, la falda acquifera è stata individuata ad una profondità di circa 2,30 m.

Sulla base dei risultati ottenuti al di sotto di un primo strato superficiale, si possono riconoscere, in modo schematico, sei strati principali:

il primo strato, compreso tra -0,4 m e circa -1,2 m di profondità, costituito da limi sabbiosi e sabbie limose, è caratterizzato da valori medi di R_p mediocri, pari a circa 10 Kg/cm²;

il secondo livello, compreso tra -1,2 m e circa -3,4 m di profondità, presenta una prevalenza di argille e limi più o meno argillosi, con alcune intercalazioni minori di limi sabbiosi e sabbie limose; da punto di vista geotecnico lo strato è caratterizzato da valori di resistenza meccanica scadenti, con valori medi di R_p pari a 7 kg/cm²;

il terzo livello, compreso tra -3,4 m e -6,6 m di profondità, è costituito da una sequenza omogenea di argille e limi più o meno argillosi ed è caratterizzato da valori medi di R_p ancora scadenti, pari a circa 7,7 Kg/cm²;

il quarto livello, compreso tra -6,6 m e -8,2 m di profondità è costituito da limi sabbiosi e sabbie limose, con valori medi di R_p discreti, pari a circa 13 kg/cm²;

il quinto livello, compreso tra -8,2 m e - 9,2 m di profondità è un interstrato costituito da argille e limi più o meno argillosi e torbe ed argille inorganiche, con valori medi di R_p mediocri, pari a circa 9 kg/cm²;

il sesto livello, compreso tra -9,2 m e - 10,6 m di profondità è costituito nuovamente da limi sabbiosi e sabbie limose, con valori medi di R_p discreti, pari a circa 13 kg/cm²;

l'ultimo livello, compreso tra il precedente e la massima profondità raggiunta dalle prove (- 12 m), è caratterizzato da argille e limi più o meno argillosi con valori medi di R_p buoni, pari a circa 18 kg/cm².

Nel complesso è possibile affermare che il sottosuolo dell'area in esame è caratterizzato da valori di resistenza geomeccanica variabili da mediocri/scadenti nei primi 6 m a discreti/buoni nei secondi 6 m.

E' infine utile segnalare come tutto l'ambito, dall'interpolazione eseguita su tutte le prove penetrometriche a disposizione, coincida con un'area caratterizzata dall'inversione dei valori di R_p con la profondità, ovvero in cui i valori di R_p degli strati da 4 m a 7 m e da 7 m a 10 m sono minori rispetto a quelli del primo strato (1 - 4 m) e dove, quindi, possono verificarsi con maggiore probabilità cedimenti.

Sismica

L'ambito ricade, nella sua porzione più ampia, ad est, in un'area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziali cedimenti e, nella parte più occidentale, in un'area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziale liquefazione e cedimenti.

Dall'elaborazione, attraverso il metodo speditivo di Robertson & Wride, dei dati dei sondaggi geognostici effettuati, la suscettibilità alla liquefazione risulta essere molto bassa.

L'amplificazione sismica, calcolata dall'elaborazione delle prove Re.Mi., è vicina a valori di 1,5 in termini di accelerazione massima orizzontale (PGA), e a 1,8 e 2,5 in termini, rispettivamente, di intensità spettrale di Housner per gli intervalli di periodo T_0 0,1s-0,5s e 0,5s-1s.

In sede di POC dovranno essere effettuati approfondimenti di III livello, ai sensi della DAL RER 112/2007, per la definizione più dettagliata del coefficiente di amplificazione litologico, del potenziale di liquefazione e dei cedimenti permanenti attesi.

Conclusioni

L'ambito in esame si sviluppa, per gran parte della sua estensione, su terreni limo-sabbiosi e, in minima parte, nella porzione più occidentale, su terreni limo-argillosi. La presenza della superficie piezometrica ad una profondità di circa 3 metri dal piano campagna induce ad ipotizzare possibili condizioni di parziale saturazione dei terreni a prevalente frazione limo-sabbiosa e, conseguentemente, possibili fenomeni di liquefazione/cedimenti in occasione di sisma.

Tuttavia, la verifica alla liquefazione, eseguita sui risultati delle prove penetrometriche utilizzando il metodo speditivo di Robertson & Wride, ha evidenziato una suscettibilità alla liquefazione molto bassa.

La resistenza meccanica dei primi 4 metri di terreno risulta mediocre: l'edificazione eventualmente prevista potrà adottare normali tecniche costruttive (fondazioni

superficiali a nastro - trave rovescia continua legata) per insediamenti di normale impegno (edifici residenziali fino a tre piani), mentre per edifici che richiedono fondazioni diverse occorrono attenti approfondimenti in fase esecutiva.

In sede di POC dovranno essere effettuati approfondimenti di III livello, ai sensi della DAL RER 112/2007, per la definizione più dettagliata del coefficiente di amplificazione litologico, del potenziale di liquefazione e dei cedimenti permanenti attesi.

Per quanto sopra esposto, si ritiene edificabile l'ambito alle condizioni qui riportate e sulla base delle risultanze dei necessari approfondimenti richiesti che potranno definire ulteriori limitazioni o condizioni alla edificazione.

Ambito ARR_III

L'ambito è ubicato nella porzione centro-orientale del territorio comunale, nel Capoluogo, nel settore delimitato a est da località Fondo Zoccolo e ad ovest dalla Via Ravarino Carpi. Con un'estensione di 0,9 ettari, l'ambito è destinato riqualificazione urbana per usi residenziali.

Geologia, geomorfologia e permeabilità

L'intera estensione d'ambito si sviluppa interamente su sabbie di canale e argine prossimale, di piana alluvionale. Sono sabbie medie e fini, in strati di spessore decimetrico, passanti lateralmente, ed intercalate, a sabbie fini e finissime limose e, subordinatamente, a limi argillosi; localmente possono essere presenti sabbie medie e grossolane in corpi lenticolari e nastriformi. Tali depositi, a buon grado di permeabilità, assumono la forma di dosso, rilevato rispetto ai terreni circostanti, e testimoniano l'attività di paleo-corsi d'acqua.

Piezometria e soggiacenza

Dalle misurazioni piezometriche e di soggiacenza effettuate nell'agosto-settembre 2007 si può stimare la presenza della falda acquifera, in corrispondenza di un intorno ampio dell'ambito in esame, ad una profondità compresa tra 5 e 6 metri dal piano campagna.

Caratterizzazione geotecnica dei terreni

Per la caratterizzazione geotecnica dei terreni presenti nel sottosuolo dell'Ambito ARS IV si è fatto riferimento ai risultati ottenuti dall'elaborazione della prova penetrometrica nr. 6, eseguita all'interno dell'ambito in occasione della campagna geognostica del 2010. In occasione dell'esecuzione della prova, la falda acquifera è stata rilevata alla profondità di circa 1,2 m.

Sulla base dei risultati ottenuti al di sotto di un primo strato superficiale, si possono riconoscere, in modo schematico, tre strati principali:

il primo strato, compreso tra -0,8 m e circa -5,8 m di profondità, costituito da alternanze di argille limo-sabbiose più o meno compatte, è caratterizzato da valori medi di R_p mediocri, pari a circa 11 Kg/cm²;

il secondo livello, compreso tra -5,8 m e circa -9,8 m di profondità, presenta una netta prevalenza di argille limose con grado di compattezza crescente con la profondità, con valori medi di R_p molto buoni, pari a circa 16,8 kg/cm²;

l'ultimo livello, compreso tra il precedente e la massima profondità raggiunta dalle prove (-15 m), è caratterizzato da argille sabbiose e limose, con valori medi di R_p molto alti, pari a circa 35 kg/cm².

Nel complesso è possibile affermare che il sottosuolo dell'area in esame è caratterizzato da valori di resistenza geomeccanica progressivamente crescenti dal piano campagna alla profondità raggiunta dalla prova (-15 m). Lo strato superficiale, pari ai primi 6 m circa, possiede i valori di resistenza più bassi, mediocri.

Sismica

L'ambito ricade, per tutta la sua estensione, in un'area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziale liquefazione e cedimenti.

Dall'elaborazione, attraverso il metodo speditivo di Robertson & Wride, dei dati dei sondaggi geognostici effettuati, la suscettibilità alla liquefazione è risultata molto bassa.

L'amplificazione sismica, calcolata dalla prova Re.Mi. è vicina a valori di 1,5 in termini di accelerazione massima orizzontale (PGA), e a 1,8 e 2,3 in termini, rispettivamente, di intensità spettrale di Housner per gli intervalli di periodo T_0 0,1s-0,5s e 0,5s-1s.

In sede di POC dovranno essere effettuati approfondimenti di III livello, ai sensi della DAL RER 112/2007, per la definizione più dettagliata del coefficiente di amplificazione litologico, del potenziale di liquefazione e dei cedimenti permanenti attesi.

Conclusioni

L'ambito in esame si sviluppa, per l'intera sua estensione, su terreni limo-sabbiosi. La presenza della superficie piezometrica ad una profondità di circa 5-6 metri dal piano campagna induce ad ipotizzare possibili condizioni di parziale saturazione dei terreni a prevalente frazione limo-sabbiosa e, conseguentemente, possibili fenomeni di liquefazione/cedimenti in occasione di sisma. Tuttavia, la verifica alla liquefazione, eseguita sui risultati delle prove penetrometriche utilizzando il metodo speditivo di Robertson & Wride, ha evidenziato una suscettibilità alla liquefazione molto bassa.

La resistenza meccanica dei primi 6 metri di terreno risulta mediocre: l'edificazione eventualmente prevista potrà adottare normali tecniche costruttive (fondazioni superficiali a nastro - trave rovescia continua legata) per insediamenti di normale impegno (edifici residenziali fino a tre piani), mentre per edifici che richiedono fondazioni diverse occorrono attenti approfondimenti in fase esecutiva.

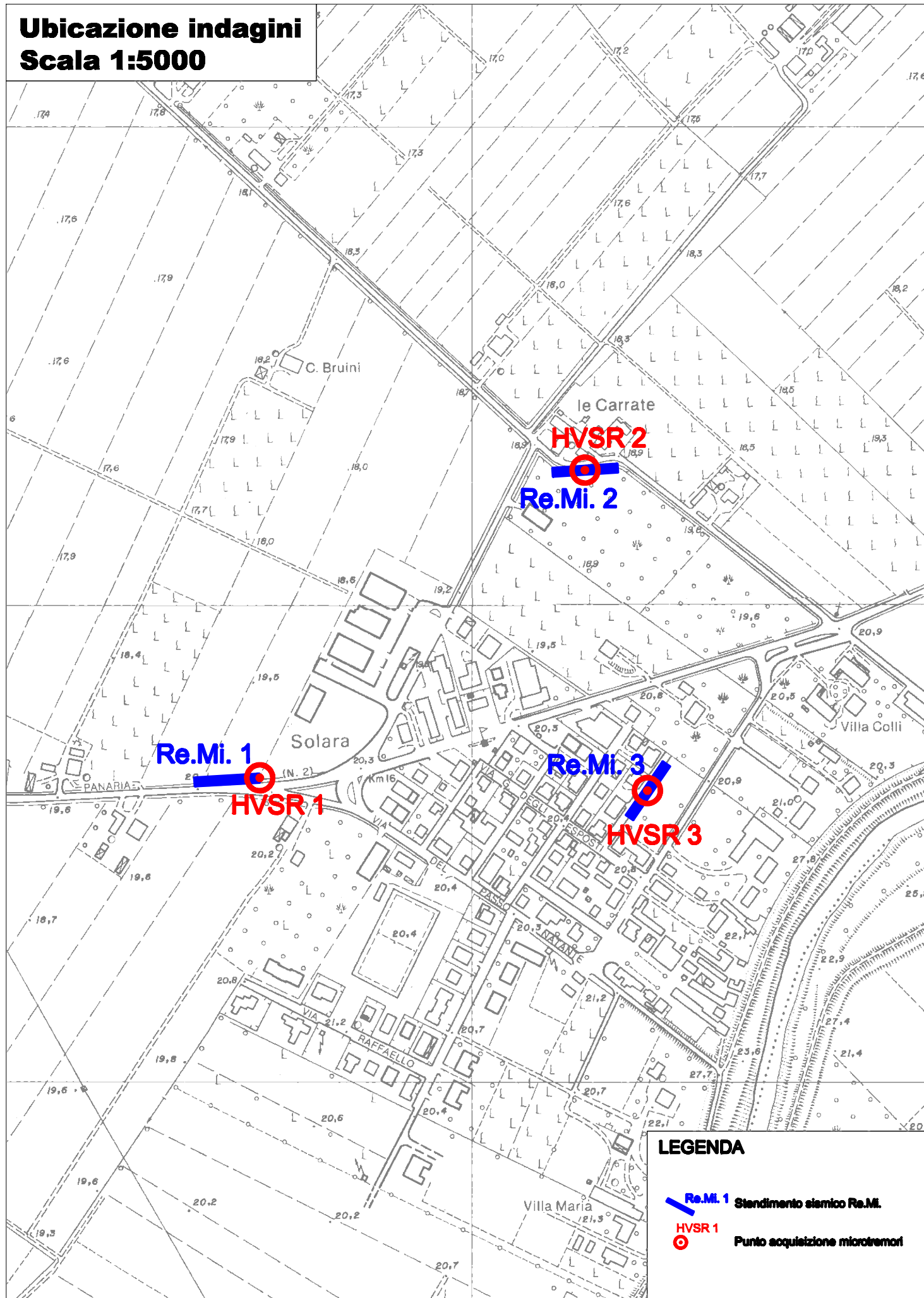
Oltre i primi 6 m, comunque, le resistenze meccaniche raggiungono valori molto buoni.

Gli approfondimenti di III livello, per quanto riguarda la microzonazione sismica, ai sensi della DAL RER 112/2007, riguarderanno la stima del coefficiente di amplificazione litologico nei terreni granulari saturi e insaturi, del potenziale di liquefazione e dei cedimenti permanenti attesi nei terreni granulari saturi potenzialmente liquefacibili e la stima dei cedimenti dei terreni granulari non saturi.

Per quanto sopra esposto, si ritiene edificabile l'ambito alle condizioni qui riportate e sulla base delle risultanze dei necessari approfondimenti richiesti che potranno definire ulteriori limitazioni o condizioni alla edificazione.

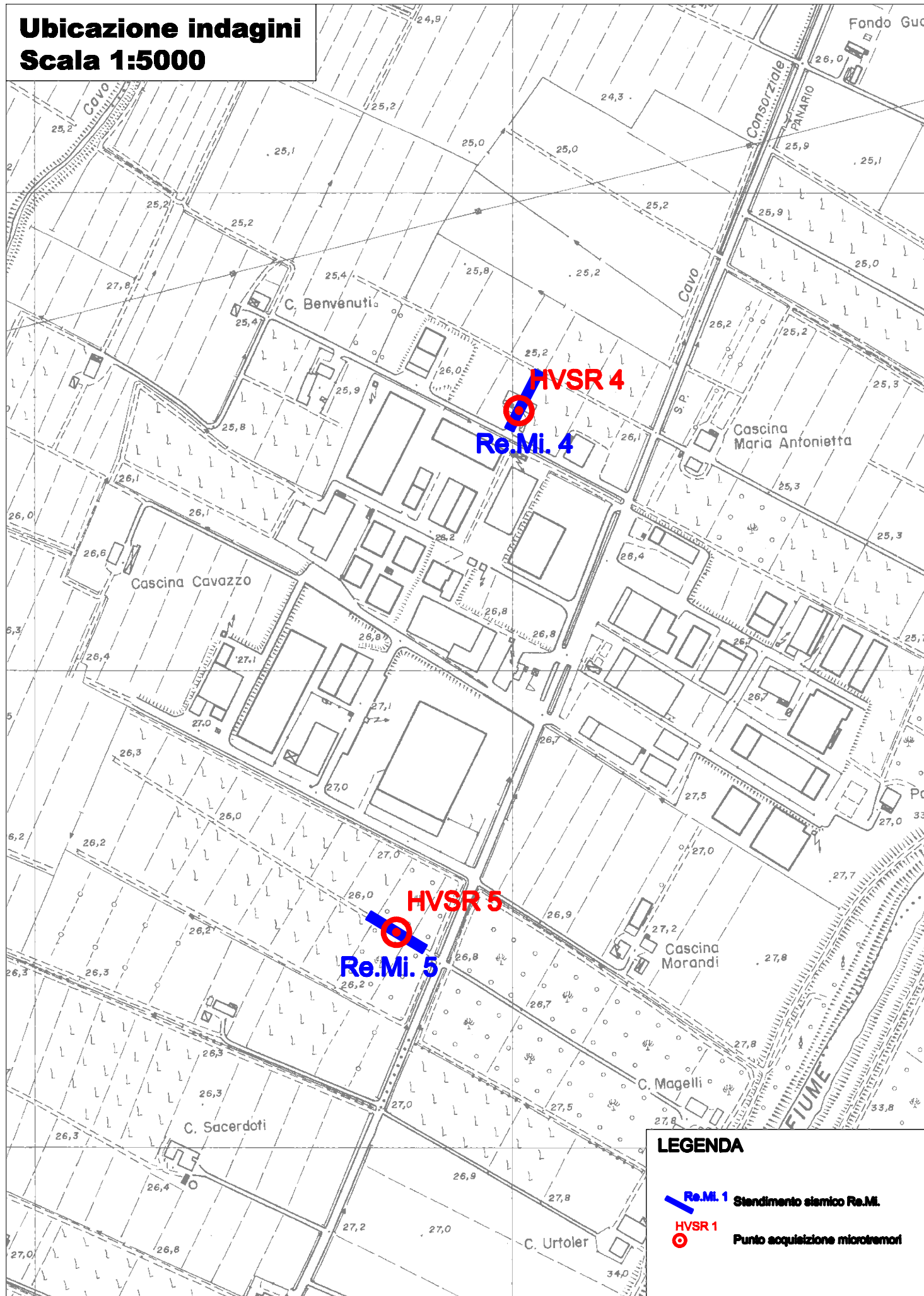
Ubicazione indagini

Scala 1:5000



Ubicazione indagini

Scala 1:5000



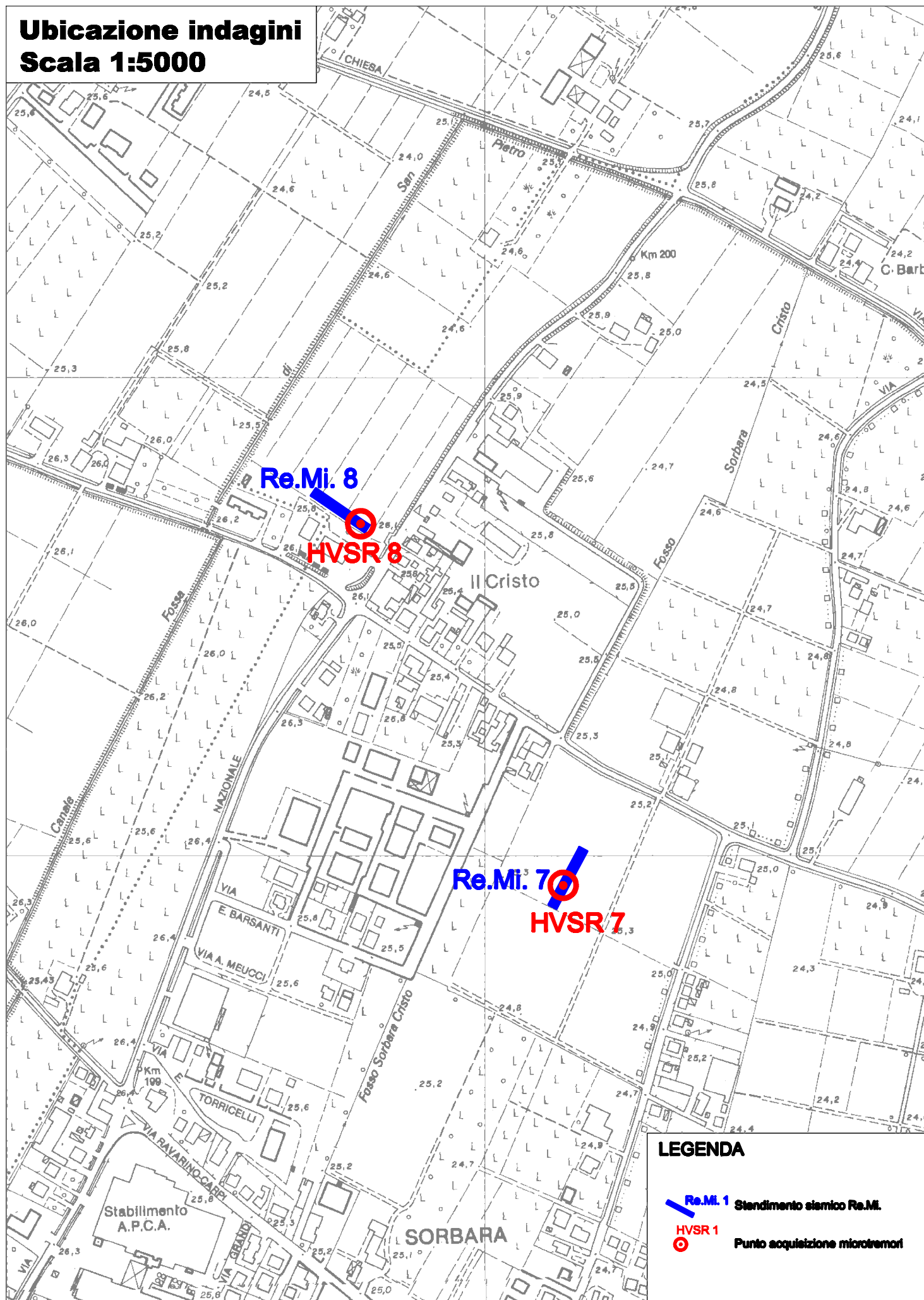
Ubicazione indagini Scala 1:5000

The figure is a topographic map of the Sorbara area at a scale of 1:5000. It shows the layout of buildings, roads, and fields. Key locations marked include the 'Stabilimento A.P.C.A.' in the upper left, the town of 'SORBARA' in the center, and various farms like 'Fondo Canaletto' and 'Fondo Gandolfi'. A red circle with the label 'HVSr 6' indicates a microtremor acquisition point, and a blue line with the label 'Re.Mi. 6' indicates a seismic stand. The map also features a legend in the bottom right corner.

Symbol	Description
Blue line	Re.Mi. 1 Stendimento sismico Re.Mi.
Red circle	HVSr 1 Punto acquisizione microtremori

Ubicazione indagini

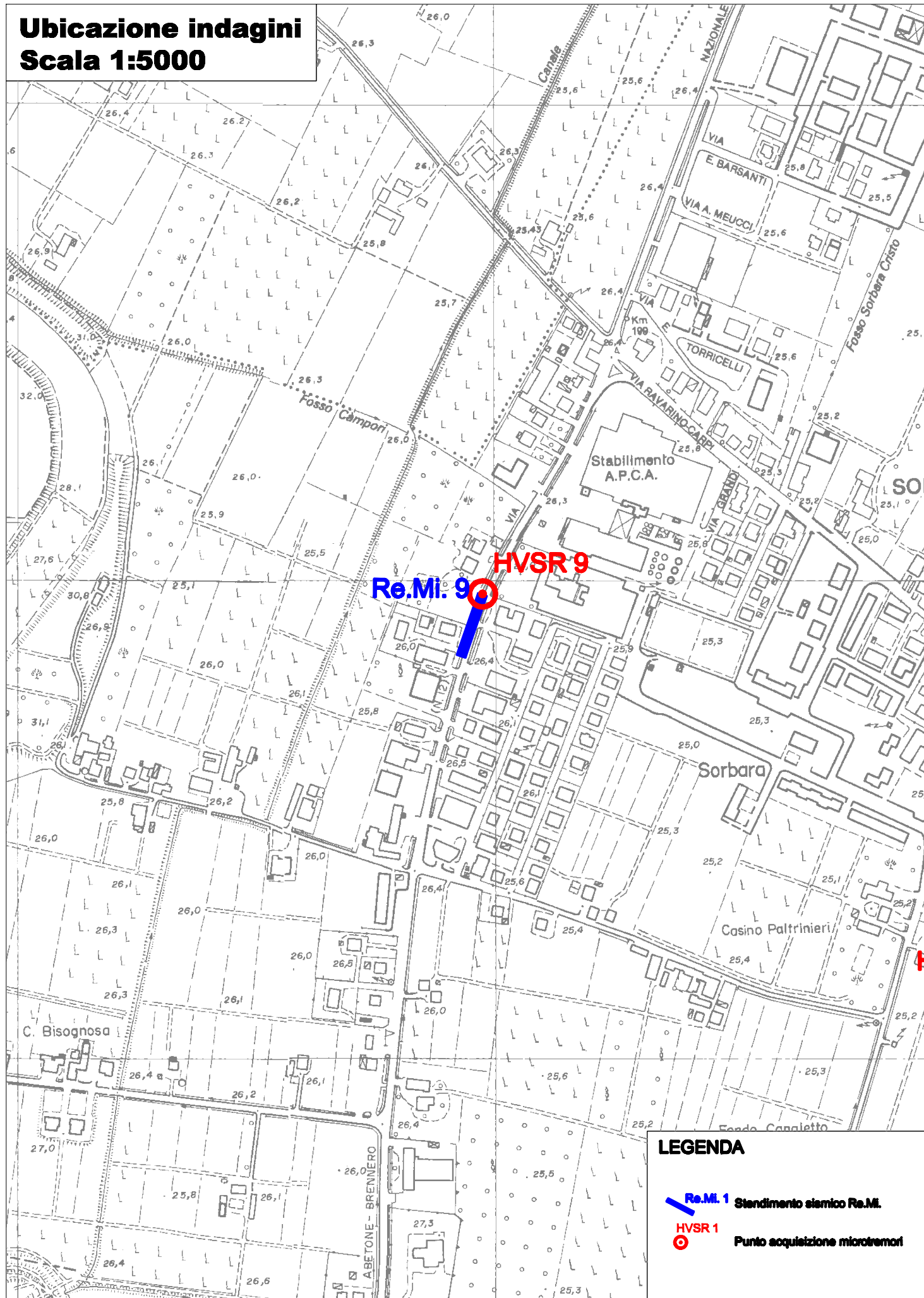
Scala 1:5000



LEGENDA

- Re.Mi. 1** Standimento sismico Re.Mi.
- HVSR 1** Punto acquisizione microtremori

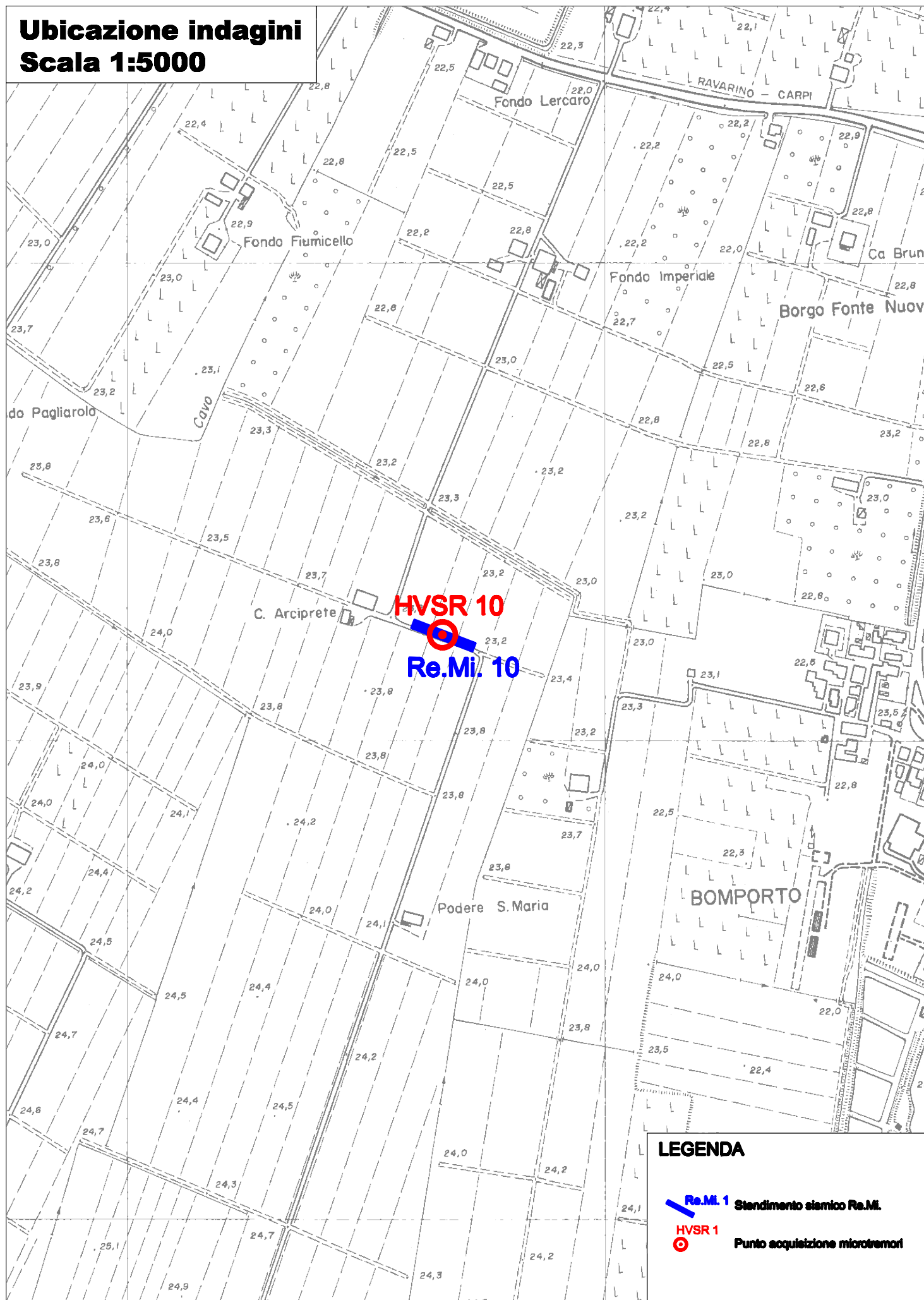
Ubicazione indagini Scala 1:5000



LEGENDA

-  **Re.Mi. 1** Standimento sismico Re.Mi.
-  **HVSR 1** Punto acquisizione microtremori

Ubicazione indagini Scala 1:5000



LEGENDA

-  **Re.Mi. 1** Standimento sismico Re.Mi.
-  **HVSR 1** Punto acquisizione microtremori

Ubicazione indagini
Scala 1:5000

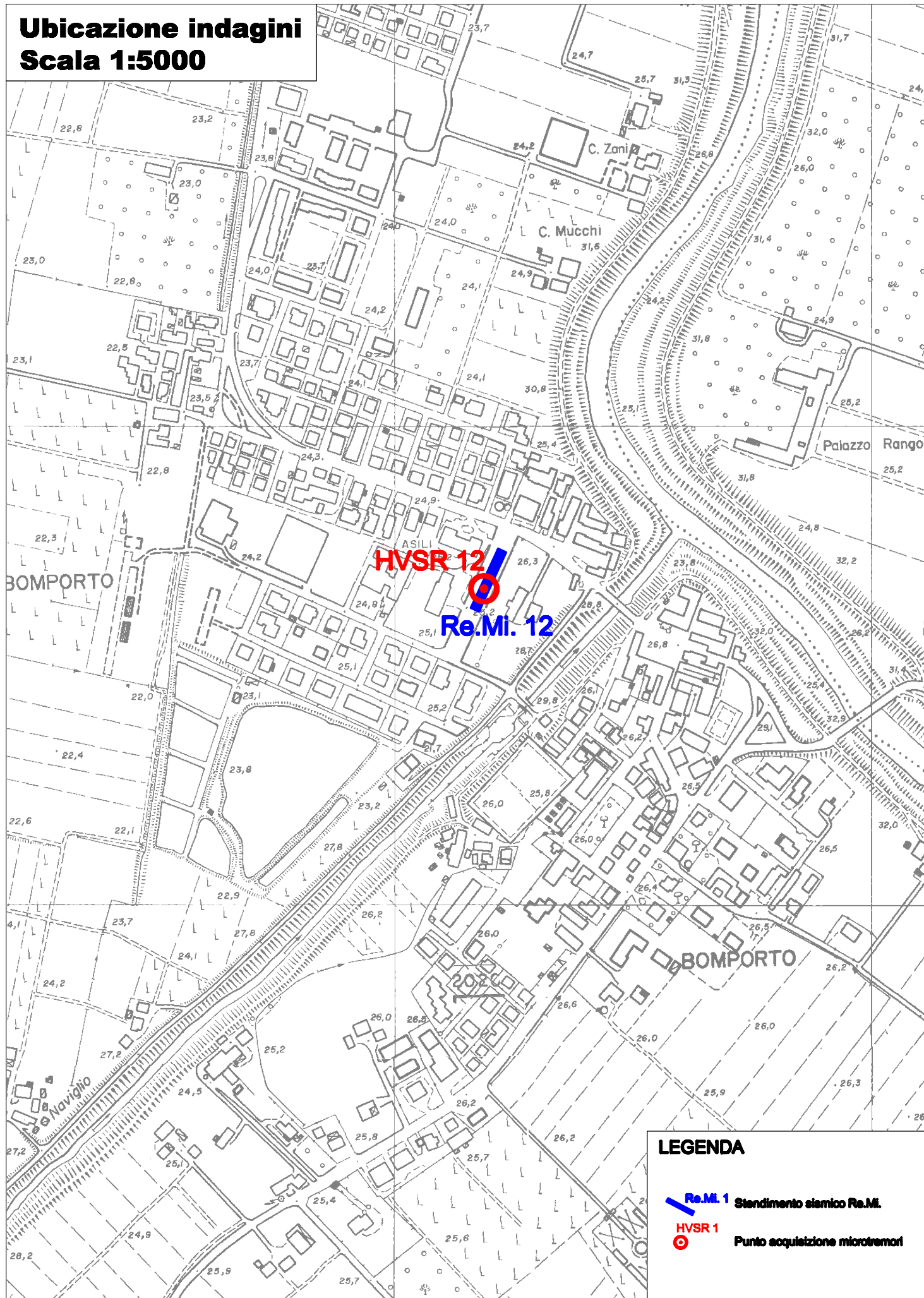
LEGENDA

- Re.Mi. 1 Stendimento sismico Re.Mi.
- HVSr 1 Punto acquisizione microtremori

Re.Mi. 1 Stendimento siemico Re.Mi.
HVSR 1 Punto acquisizione microtremori

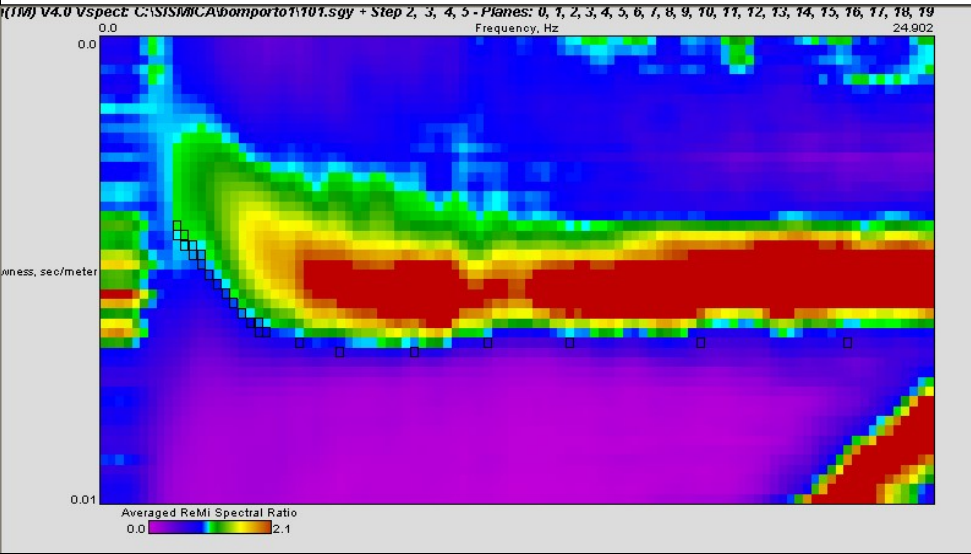
Ubicazione indagini

Scala 1:5000

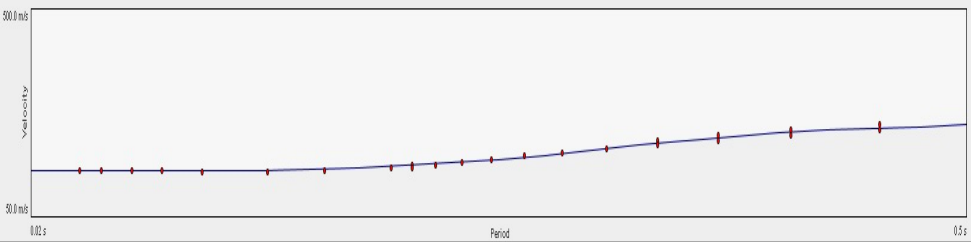


CENTROGEO SURVEY SNC P.zza S. Quirino, 6 - 42015 CORREGGIO	INDAGINE Re.Mi. 1
LOCALITA': Bomporto (MO)	COMMITTENTE: Geol. Valeriano Franchi
DATA: 01-06-2010	CANTIERE: Solara
QUOTA: 20 m slm	OPERATORI: Mazzetti M. - Arbizzi A.

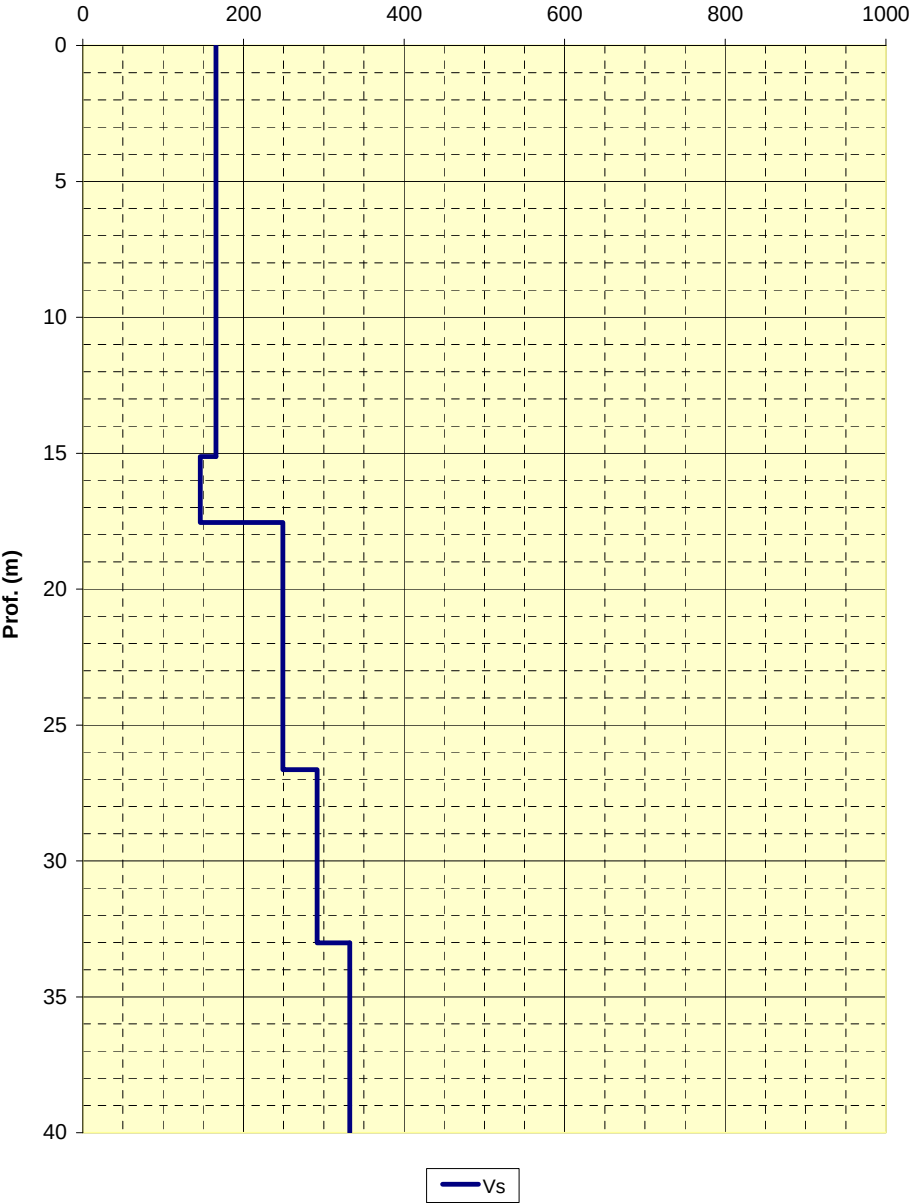
Spettro di potenza



Curva di dispersione

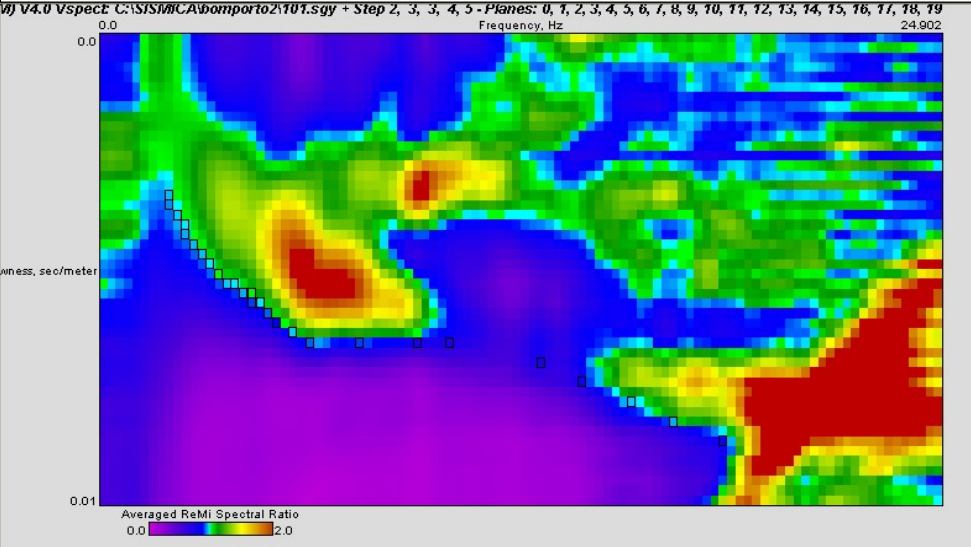


Modello interpretativo
profilo Vs (m/s)

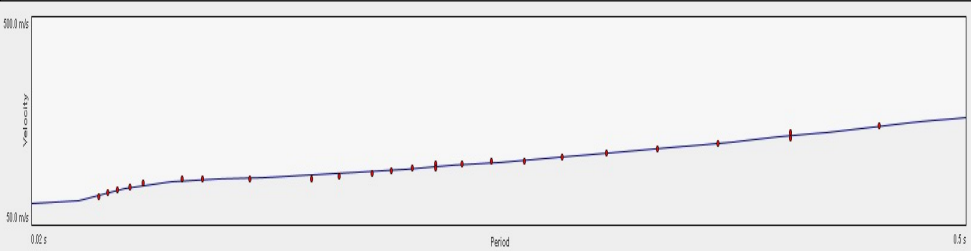


CENTROGEO SURVEY SNC P.zza S. Quirino, 6 - 42015 CORREGGIO	INDAGINE Re.Mi. 2
LOCALITA': Bomporto (MO)	COMMITTENTE: Geol. Valeriano Franchi
DATA: 01-06-2010	CANTIERE: Solara
QUOTA: 19 m slm	OPERATORI: Mazzetti M. - Arbizzi A.

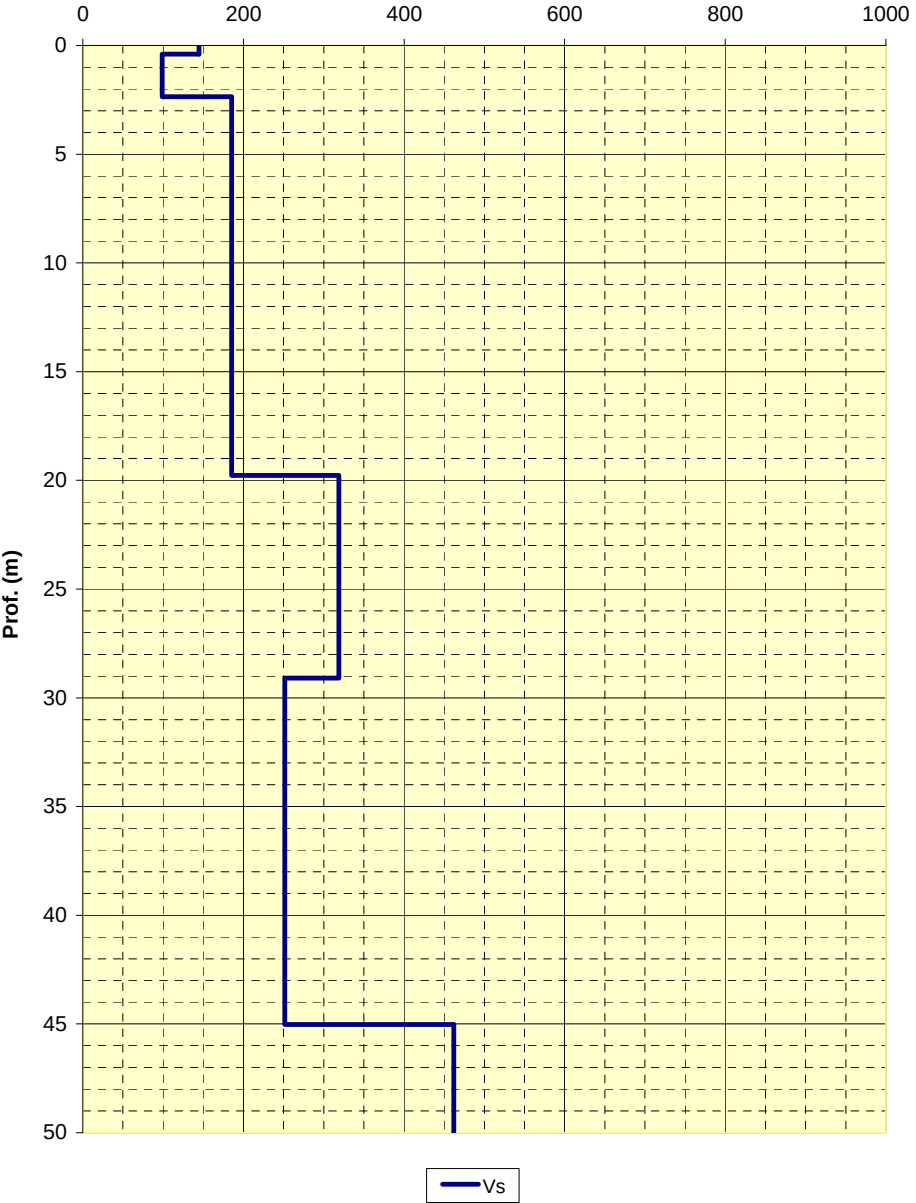
Spettro di potenza



Curva di dispersione

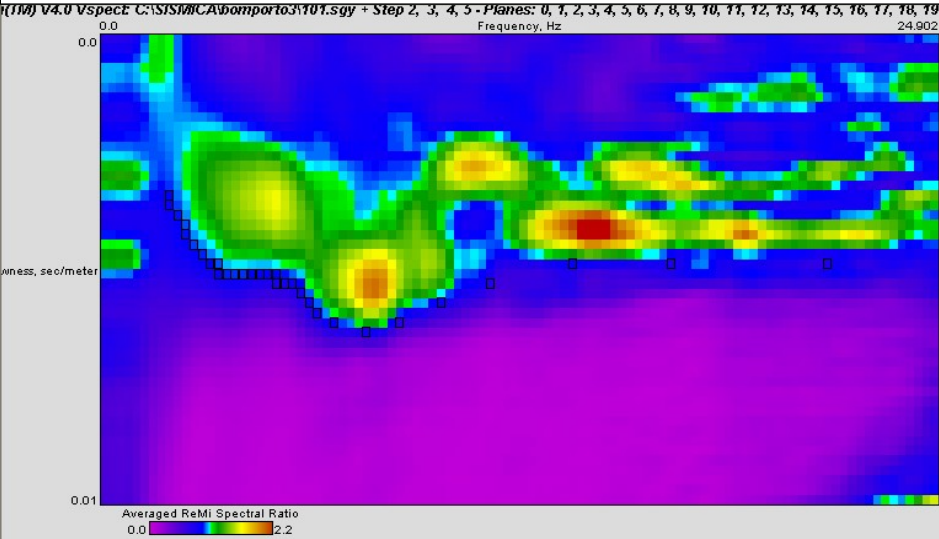


Modello interpretativo
profilo Vs (m/s)

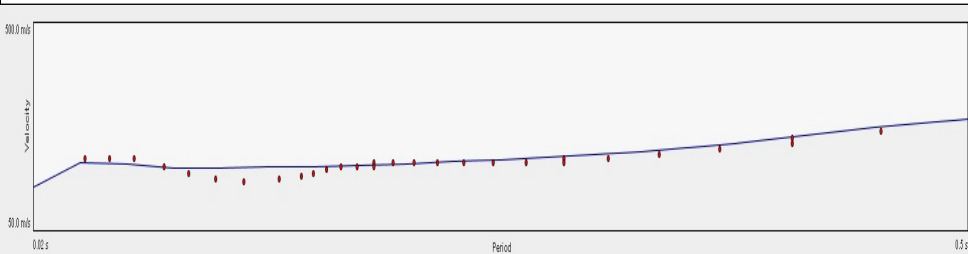


CENTROGEO SURVEY SNC P.zza S. Quirino, 6 - 42015 CORREGGIO	
INDAGINE Re.Mi. 3	
LOCALITA': Bomporto (MO)	COMMITTENTE: Geol. Valeriano Franchi
DATA: 01-06-2010	CANTIERE: Solara
QUOTA: 20 m slm	OPERATORI: Mazzetti M. - Arbizzi A.

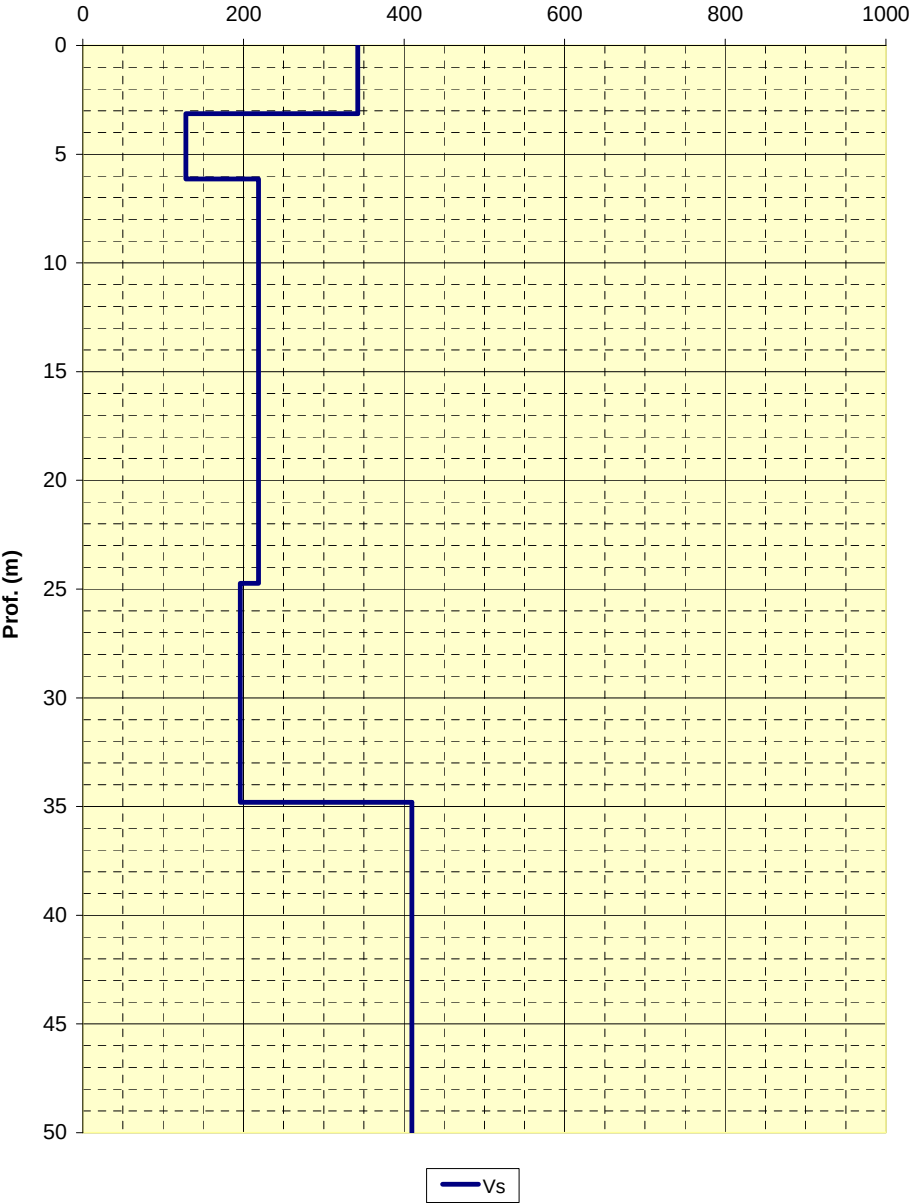
Spettro di potenza



Curva di dispersione

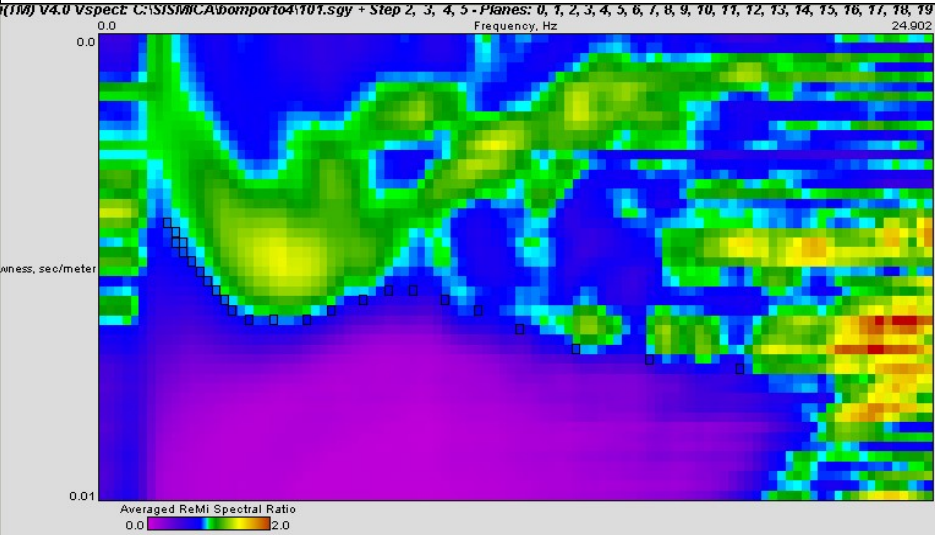


Modello interpretativo
profilo Vs (m/s)

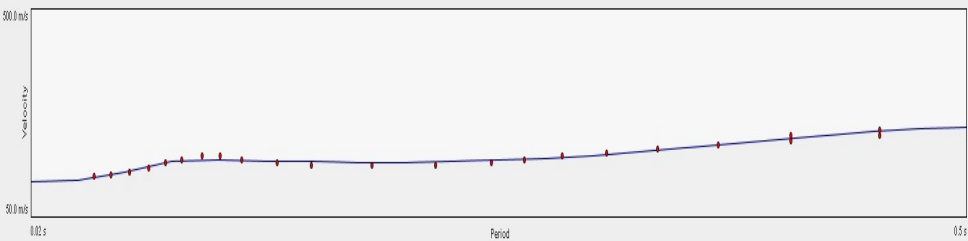


CENTROGEO SURVEY SNC P.zza S.Quirino, 6 - 42015 CORREGGIO	INDAGINE Re.Mi. 4
LOCALITA': Bomporto (MO)	COMMITTENTE: Geol. Valeriano Franchi
DATA: 01-06-2010	CANTIERE: Villavara
QUOTA: 25 m slm	OPERATORI: Mazzetti M. - Arbizzi A.

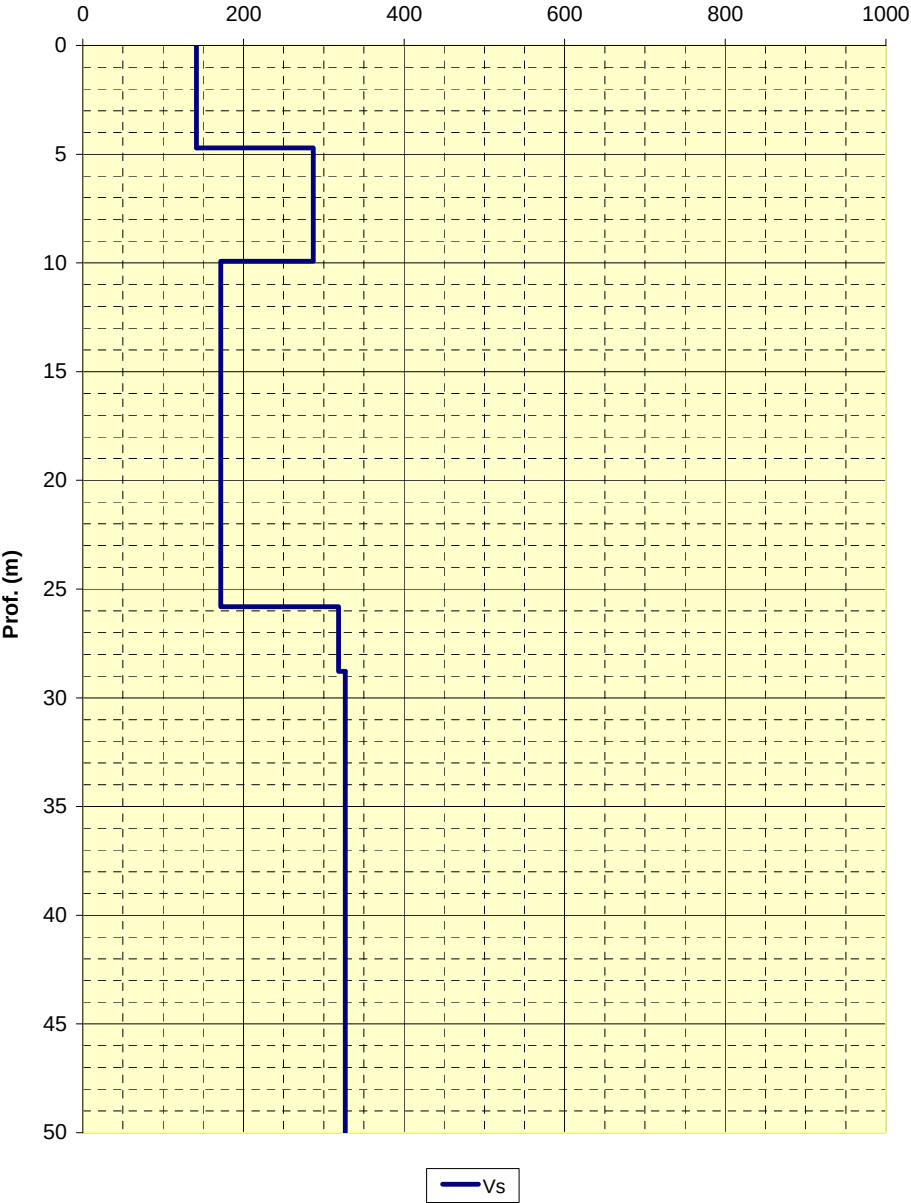
Spettro di potenza



Curva di dispersione

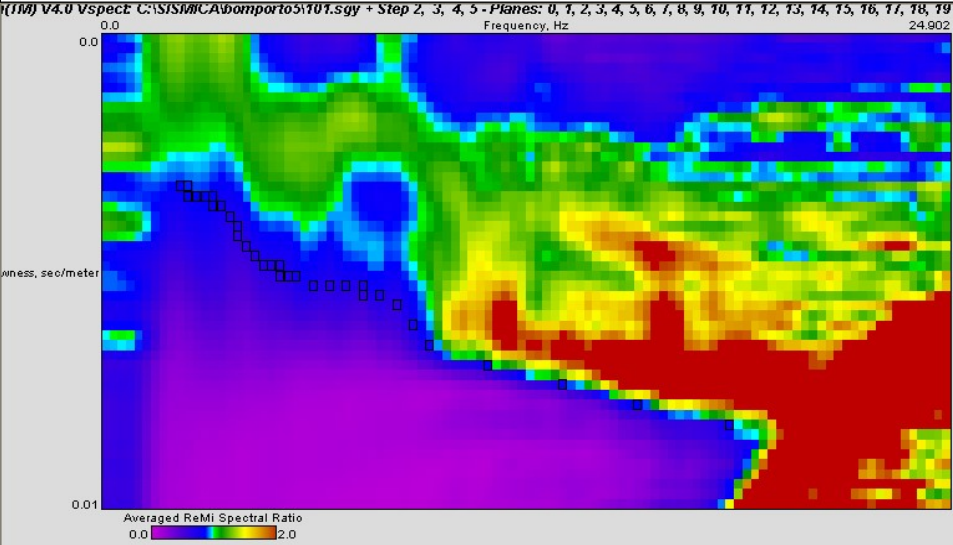


Modello interpretativo
profilo Vs (m/s)

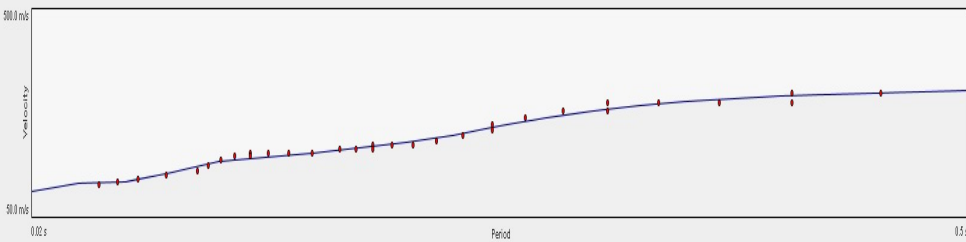


CENTROGEO SURVEY SNC P.zza S. Quirino, 6 - 42015 CORREGGIO	INDAGINE Re.Mi. 5
LOCALITA': Bomporto (MO)	COMMITTENTE: Geol. Valeriano Franchi
DATA: 01-06-2010	CANTIERE: Villavara
QUOTA: 26 m slm	OPERATORI: Mazzetti M. - Arbizzi A.

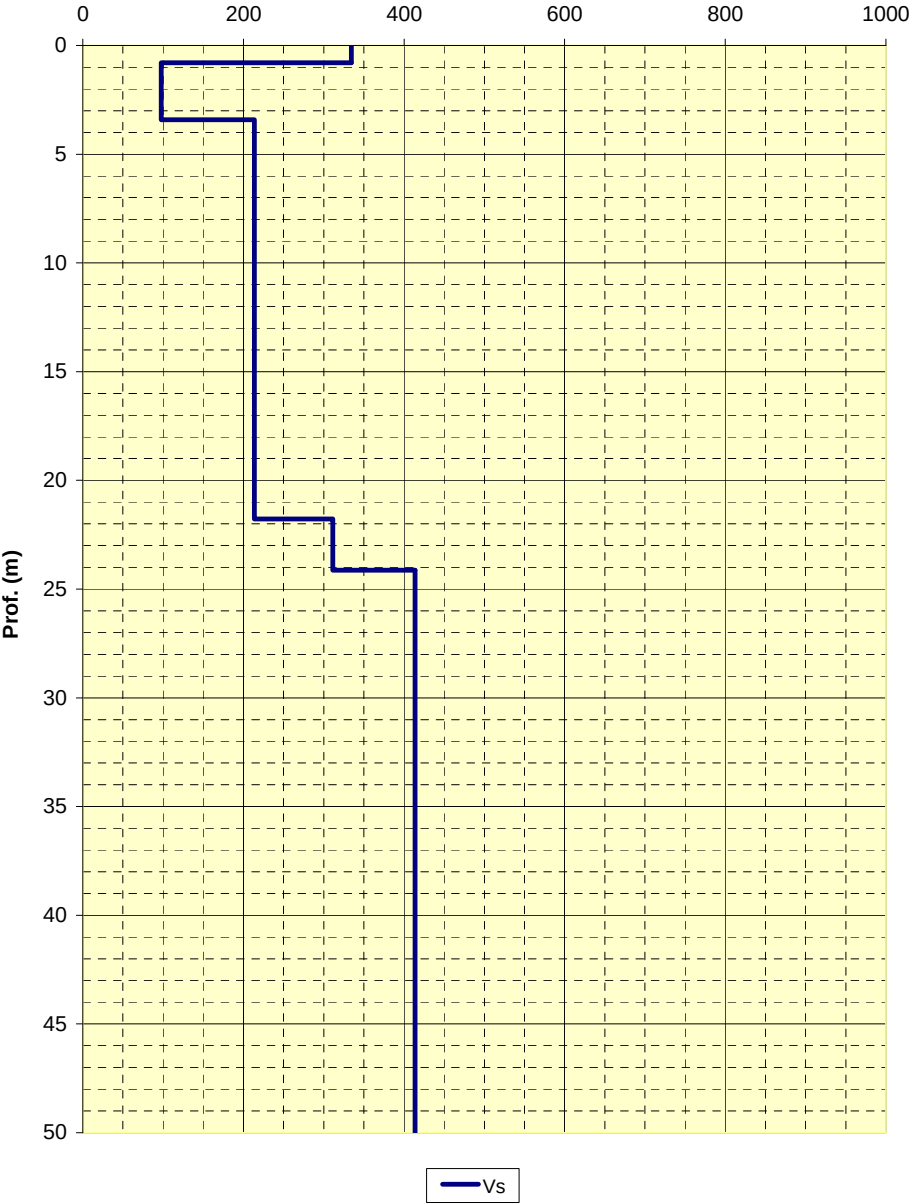
Spettro di potenza



Curva di dispersione

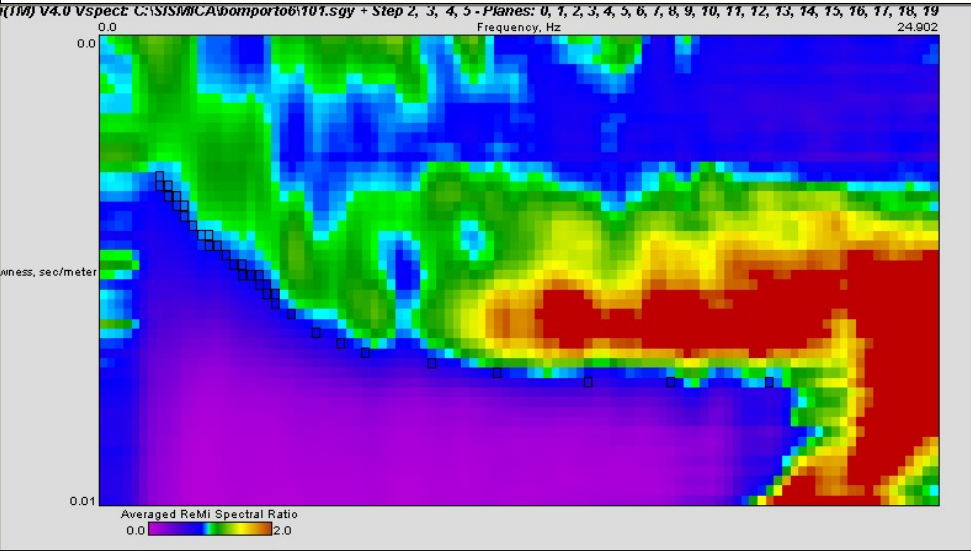


Modello interpretativo
profilo Vs (m/s)

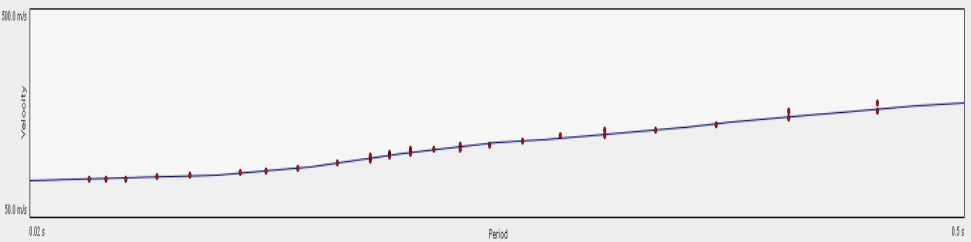


CENTROGEO SURVEY SNC P.zza S. Quirino, 6 - 42015 CORREGGIO	INDAGINE Re.Mi. 6
LOCALITA': Bomporto (MO)	COMMITTENTE: Geol. Valeriano Franchi
DATA: 01-06-2010	CANTIERE: Sorbara
QUOTA: 25 m slm	OPERATORI: Mazzetti M. - Arbizzi A.

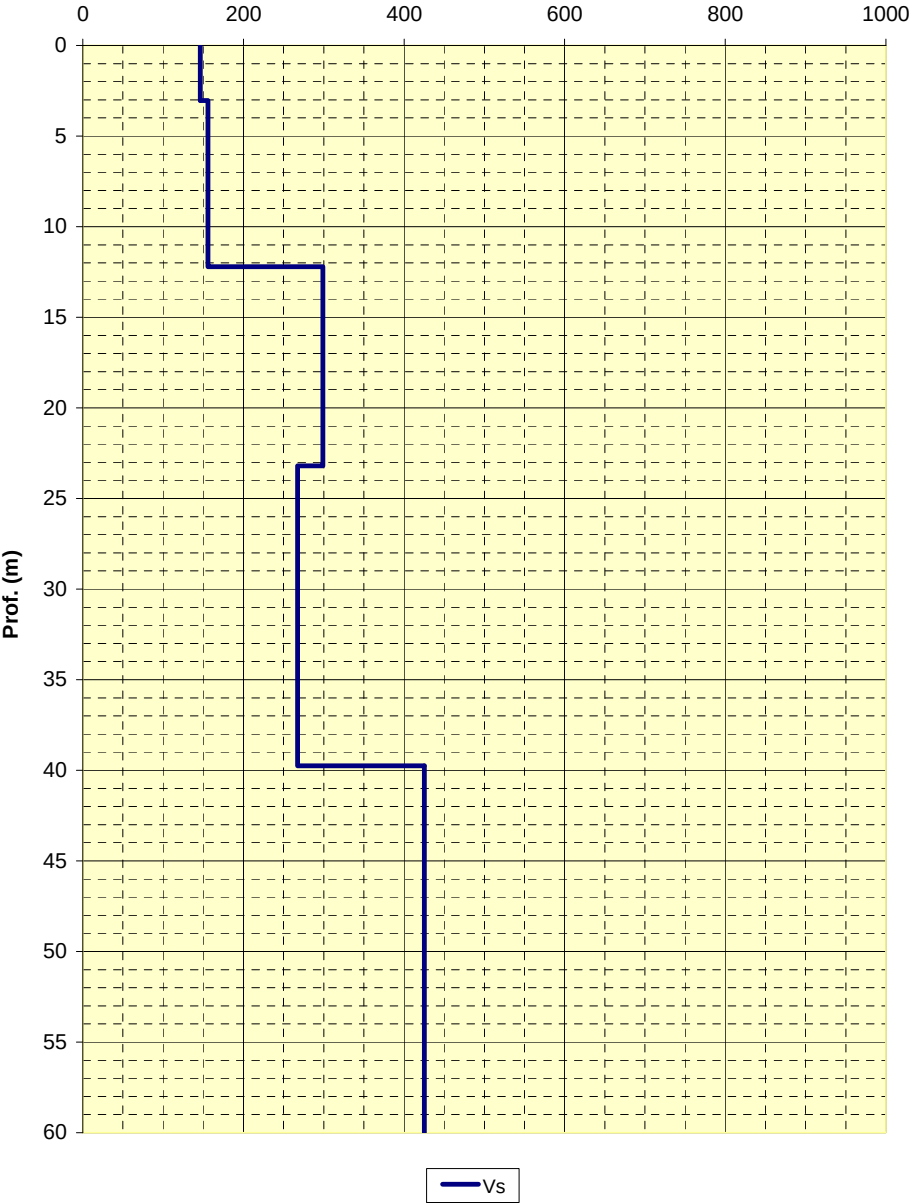
Spettro di potenza



Curva di dispersione

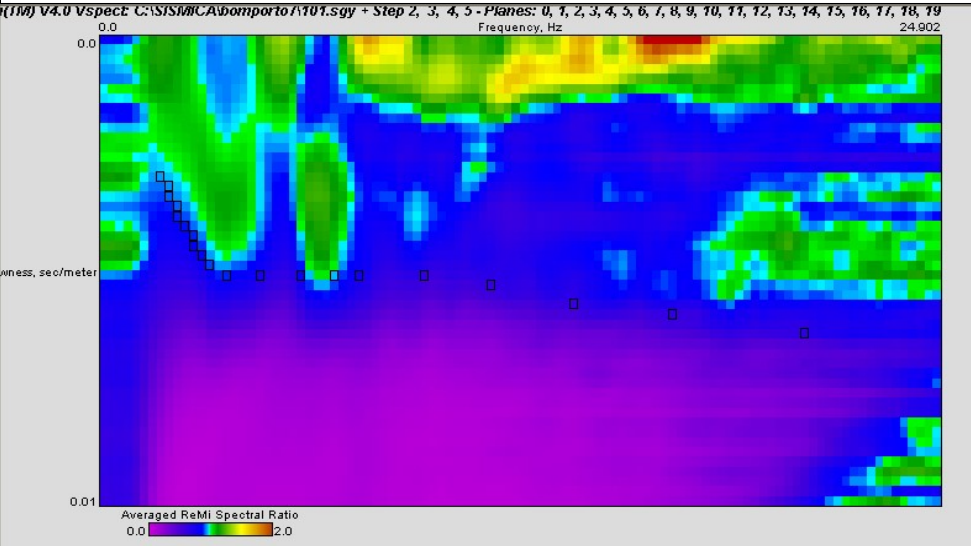


Modello interpretativo
profilo Vs (m/s)

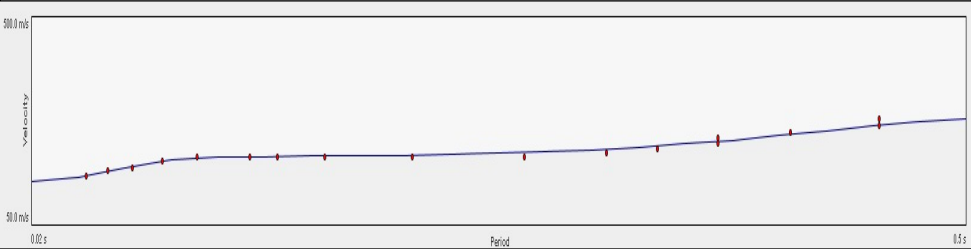


CENTROGEO SURVEY SNC P.zza S. Quirino, 6 - 42015 CORREGGIO	INDAGINE Re.Mi. 7
LOCALITA': Bomporto (MO)	COMMITTENTE: Geol. Valeriano Franchi
DATA: 01-06-2010	CANTIERE: Sorbara
QUOTA: 25 m slm	OPERATORI: Mazzetti M. - Arbizzi A.

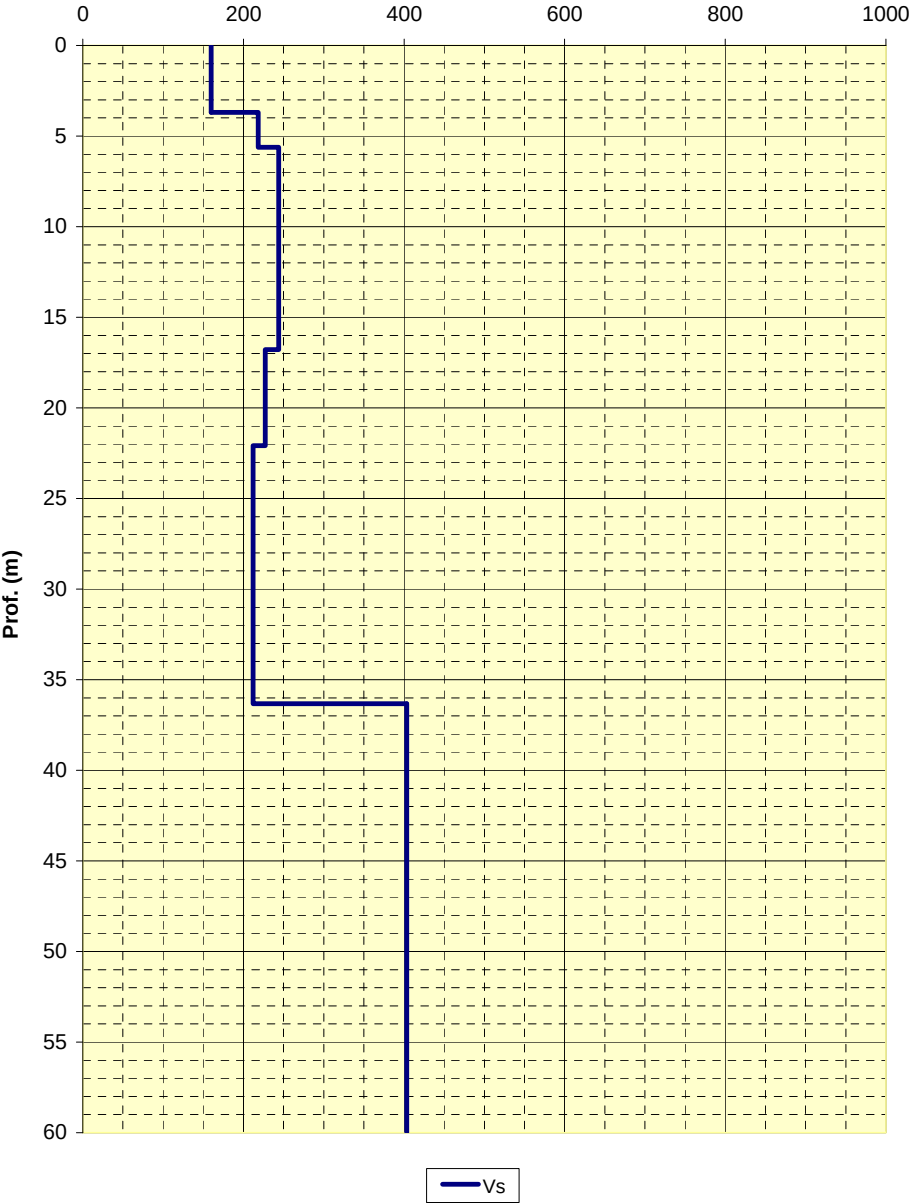
Spettro di potenza



Curva di dispersione

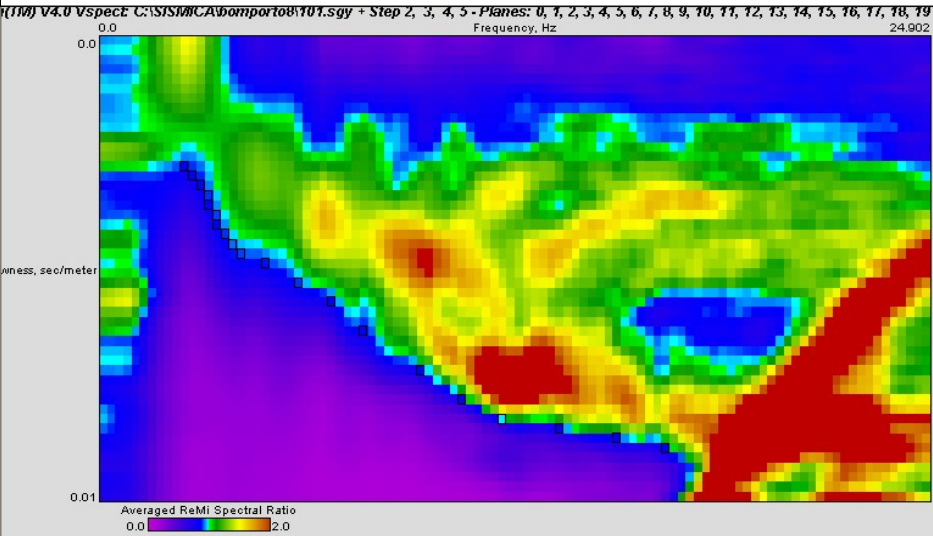


Modello interpretativo
profilo Vs (m/s)

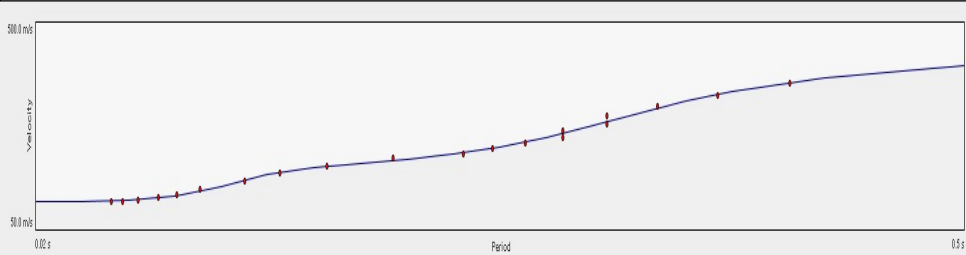


CENTROGEO SURVEY SNC P.zza S.Quirino, 6 - 42015 CORREGGIO	INDAGINE Re.Mi. 8
LOCALITA': Bomporto (MO)	COMMITTENTE: Geol. Valeriano Franchi
DATA: 01-06-2010	CANTIERE: Sorbara
QUOTA: 25 m slm	OPERATORI: Mazzetti M. - Arbizzi A.

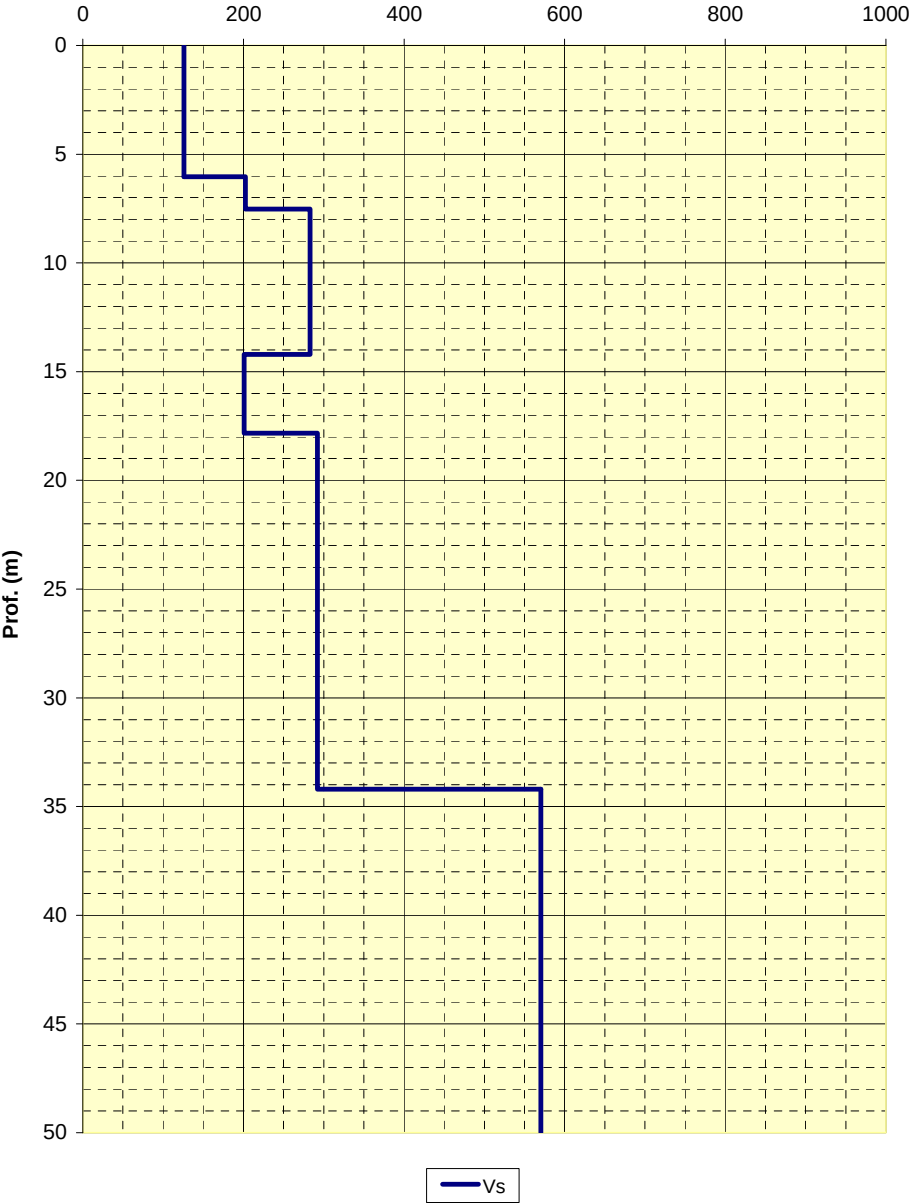
Spettro di potenza



Curva di dispersione

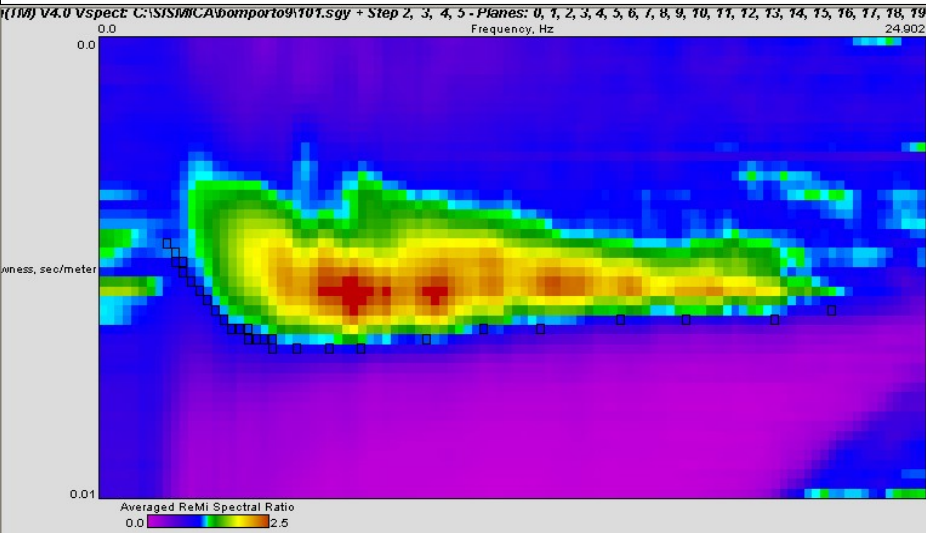


Modello interpretativo
profilo Vs (m/s)

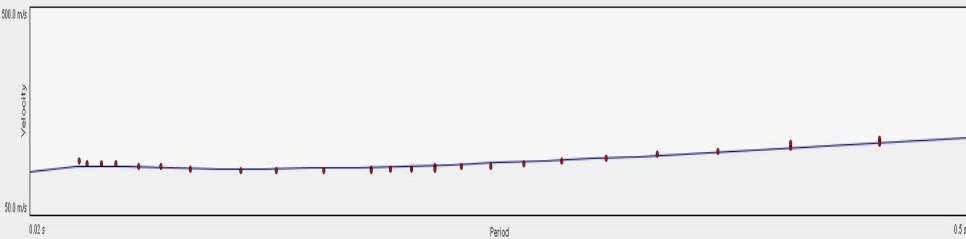


CENTROGEO SURVEY SNC P.zza S.Quirino, 6 - 42015 CORREGGIO	INDAGINE Re.Mi. 9
LOCALITA': Bomporto (MO)	COMMITTENTE: Geol. Valeriano Franchi
DATA: 01-06-2010	CANTIERE: Sorbara
QUOTA: 26 m slm	OPERATORI: Mazzetti M. - Arbizzi A.

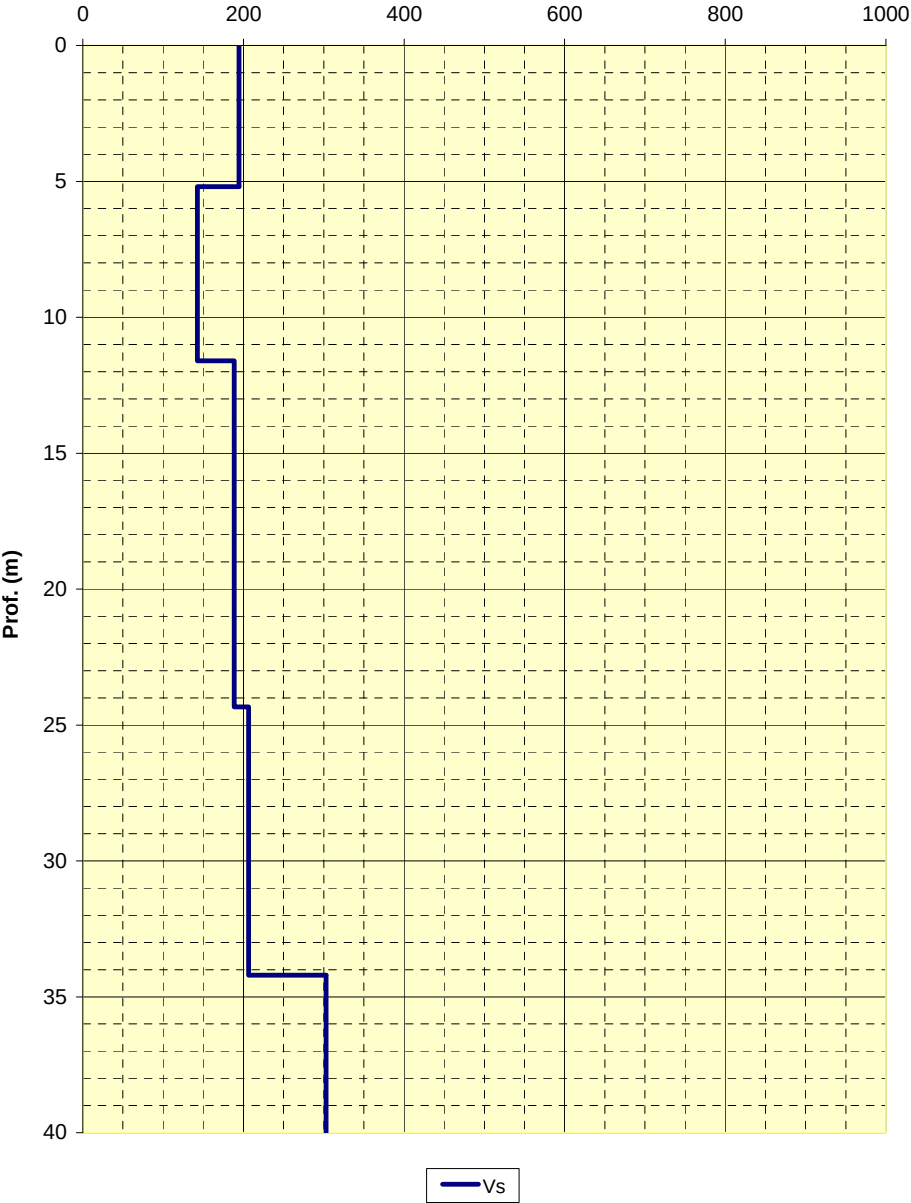
Spettro di potenza



Curva di dispersione

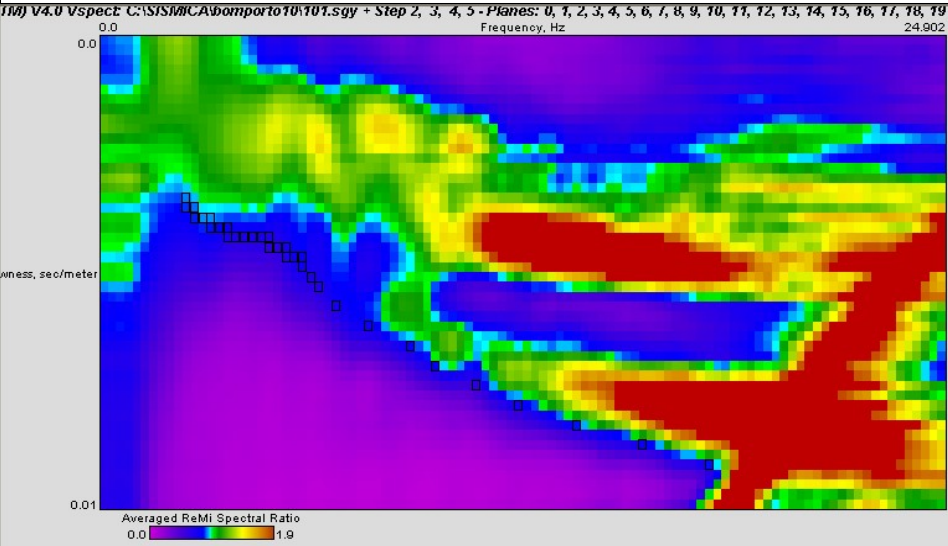


Modello interpretativo
profilo Vs (m/s)

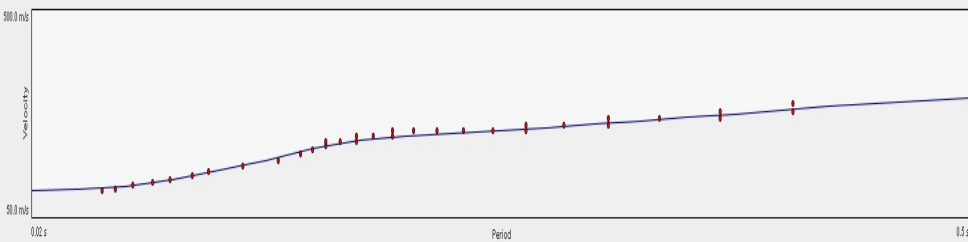


CENTROGEO SURVEY SNC P.zza S.Quirino, 6 - 42015 CORREGGIO	INDAGINE Re.Mi. 10
LOCALITA': Bomporto (MO)	COMMITTENTE: Geol. Valeriano Franchi
DATA: 01-06-2010	CANTIERE: Bomporto
QUOTA: 23 m slm	OPERATORI: Mazzetti M. - Arbizzi A.

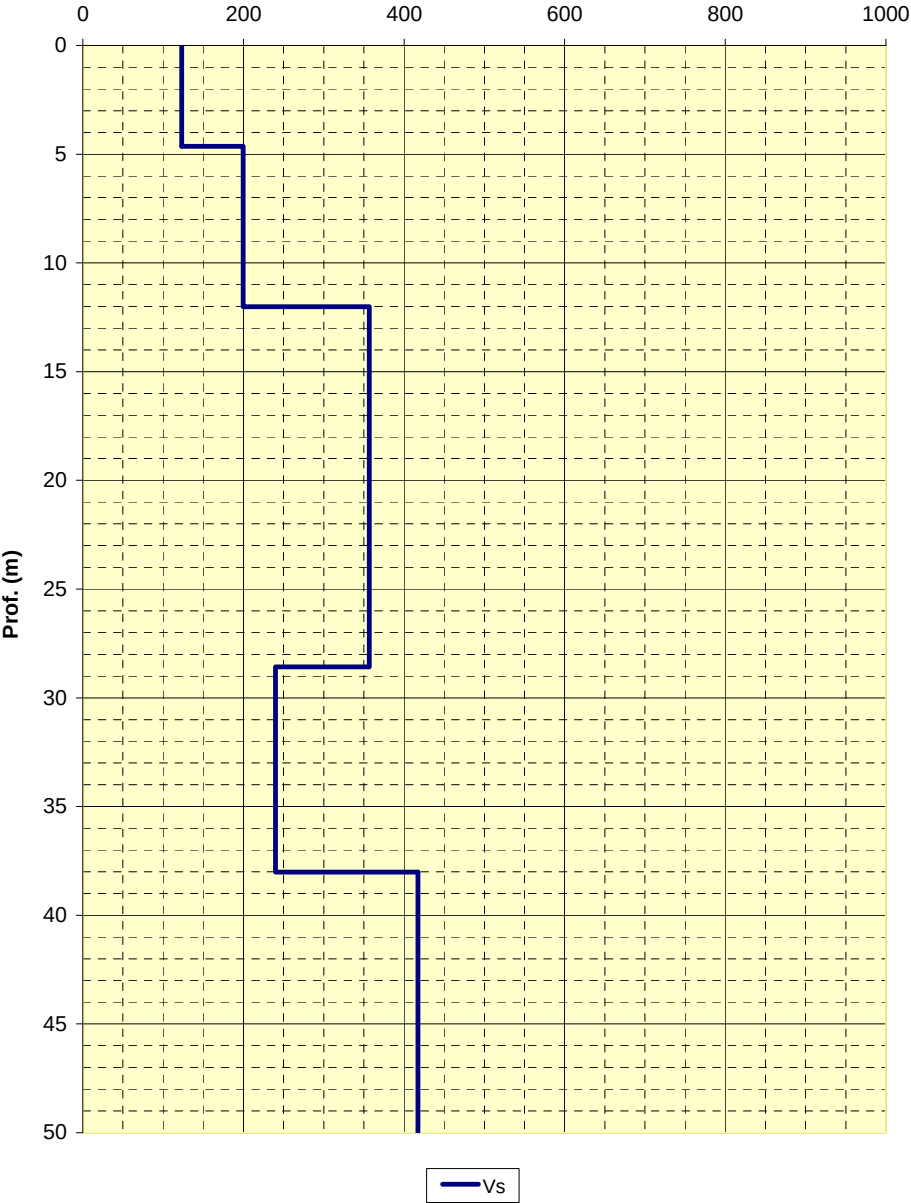
Spettro di potenza



Curva di dispersione

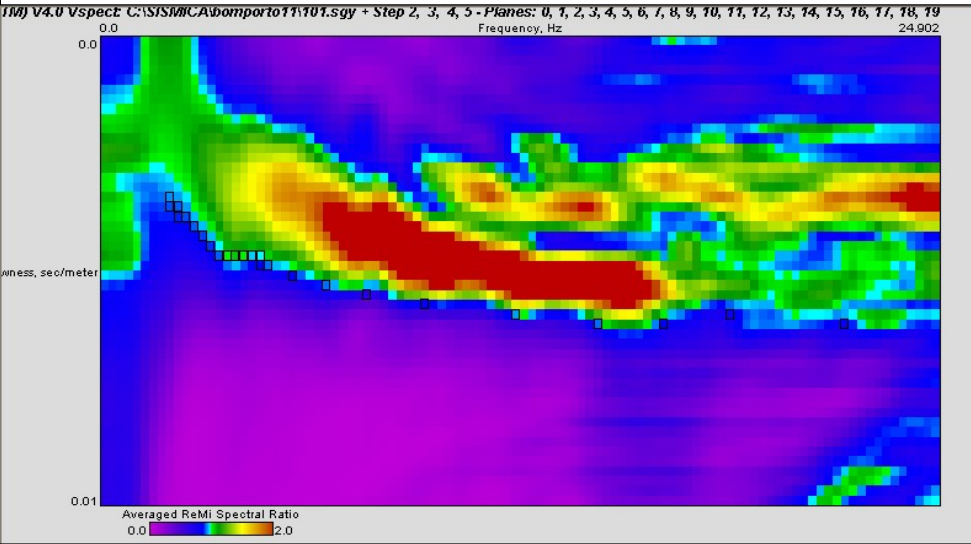


Modello interpretativo
profilo Vs (m/s)

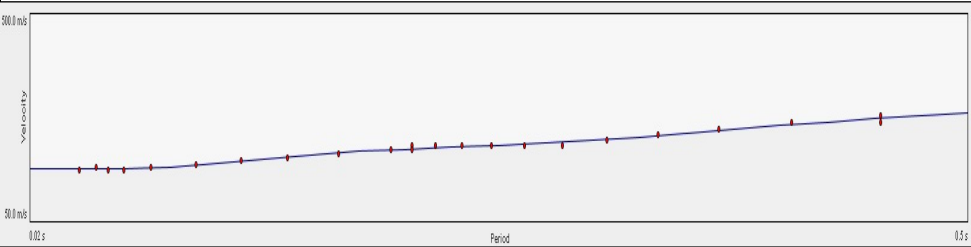


CENTROGEO SURVEY SNC P.zza S. Quirino, 6 - 42015 CORREGGIO	INDAGINE Re.Mi. 11
LOCALITA': Bomporto (MO)	COMMITTENTE: Geol. Valeriano Franchi
DATA: 01-06-2010	CANTIERE: Bomporto
QUOTA: 24 m slm	OPERATORI: Mazzetti M. - Arbizzi A.

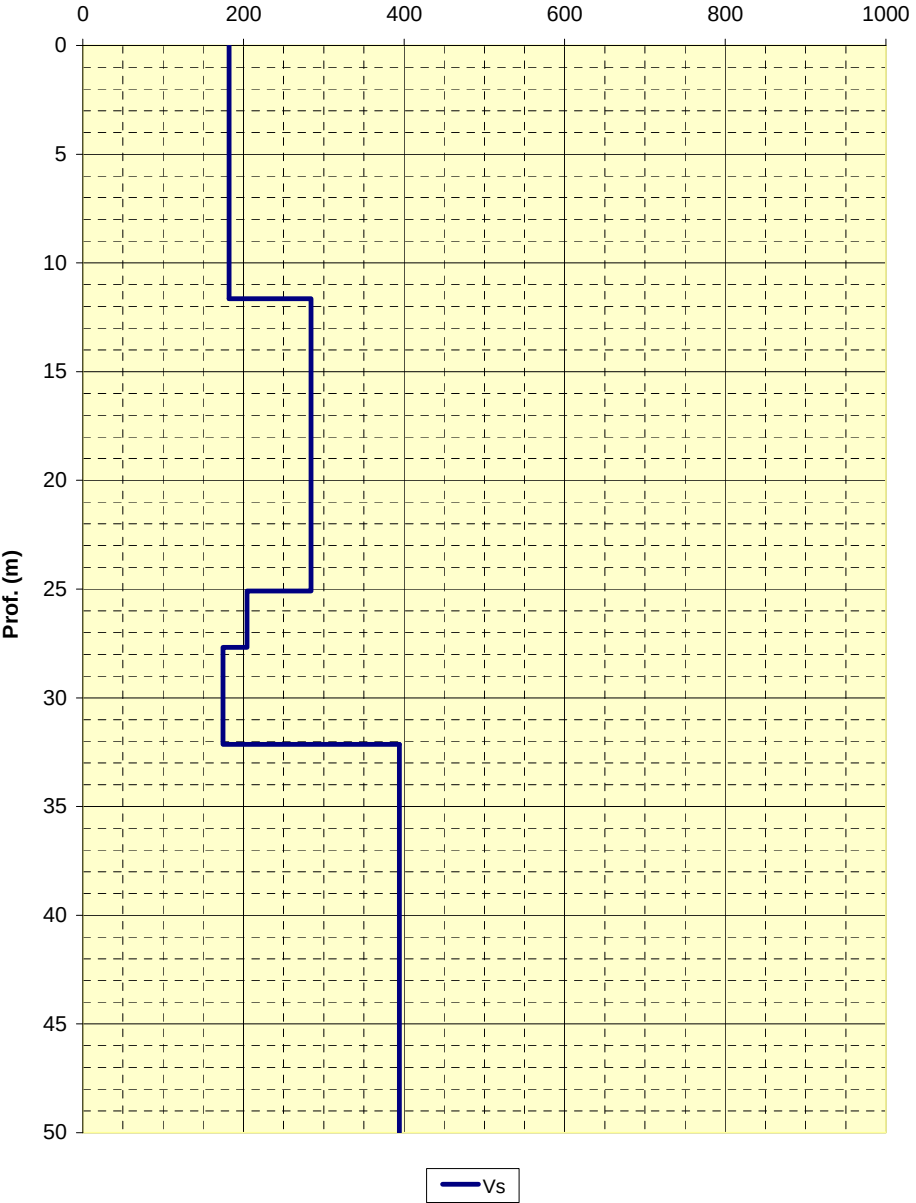
Spettro di potenza



Curva di dispersione

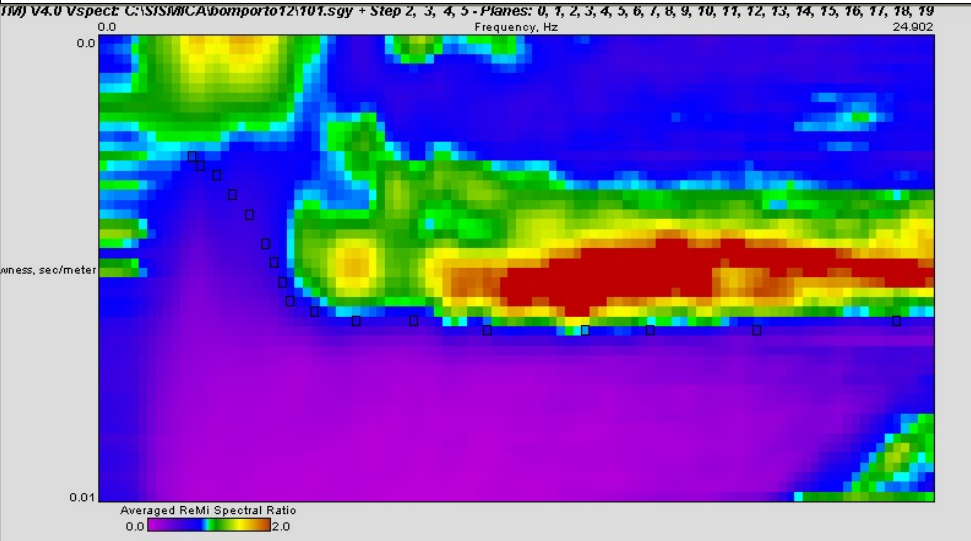


Modello interpretativo
profilo Vs (m/s)

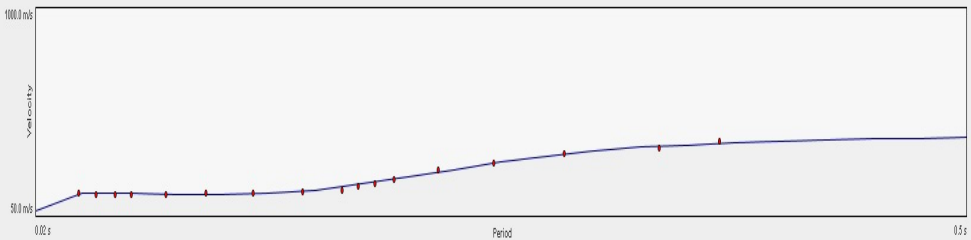


CENTROGEO SURVEY SNC P.zza S.Quirino, 6 - 42015 CORREGGIO	INDAGINE Re.Mi. 12
LOCALITA': Bomporto (MO)	COMMITTENTE: Geol. Valeriano Franchi
DATA: 01-06-2010	CANTIERE: Bomporto
QUOTA: 25 m slm	OPERATORI: Mazzetti M. - Arbizzi A.

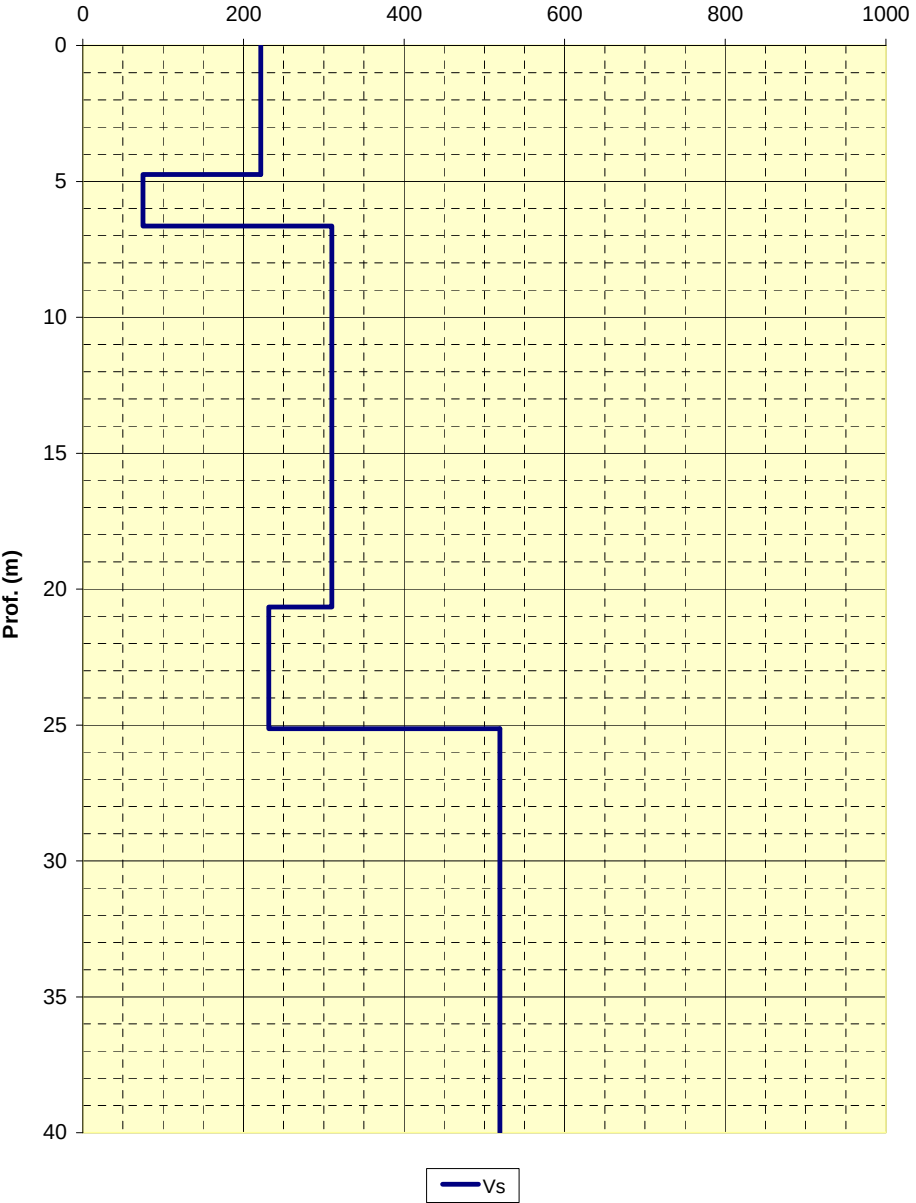
Spettro di potenza

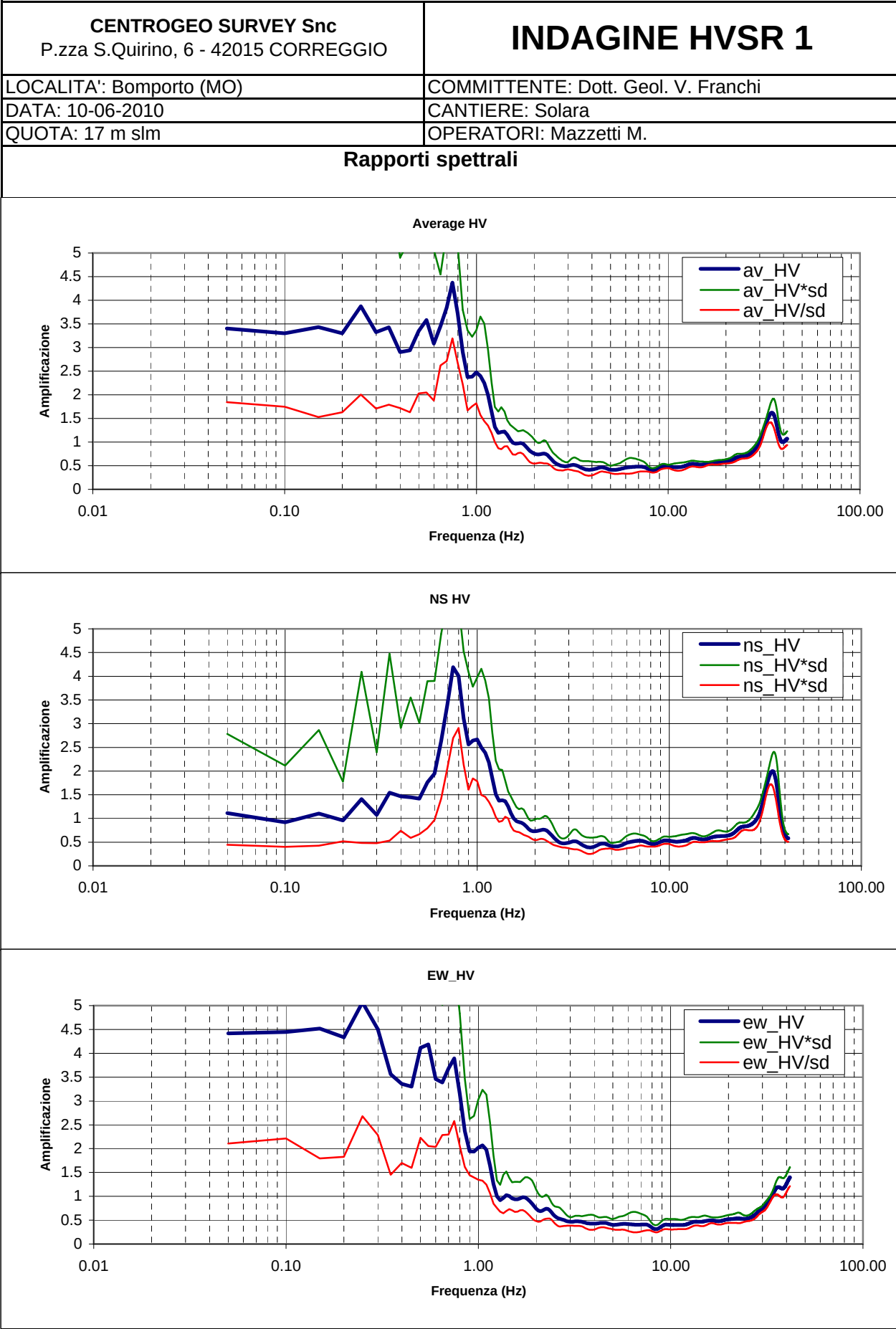


Curva di dispersione



Modello interpretativo
profilo Vs (m/s)





CENTROGEO SURVEY Snc
P.zza S.Quirino, 6 - 42015 CORREGGIO

INDAGINE HVSR 2

LOCALITA': Bomporto (MO)

COMMITTENTE: Dott. Geol. V. Franchi

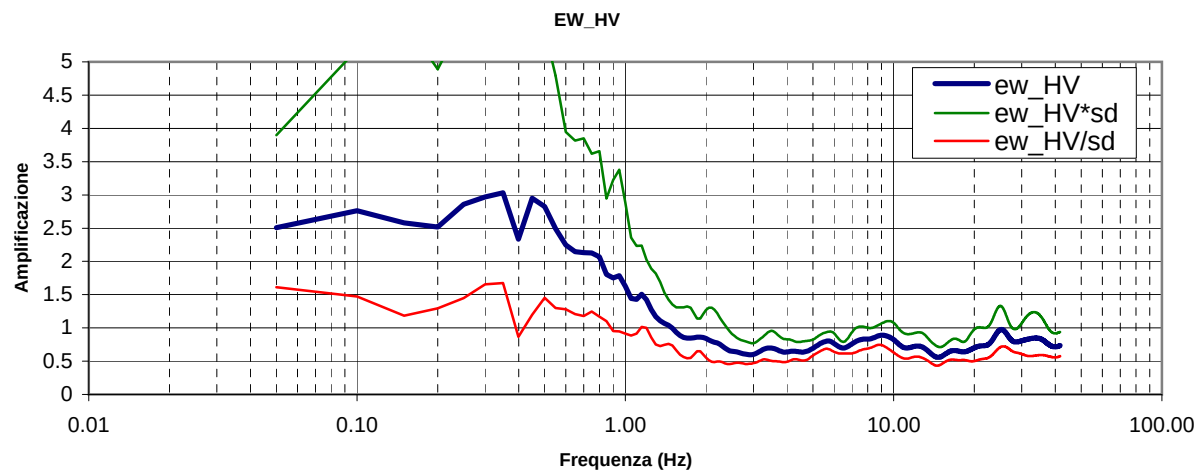
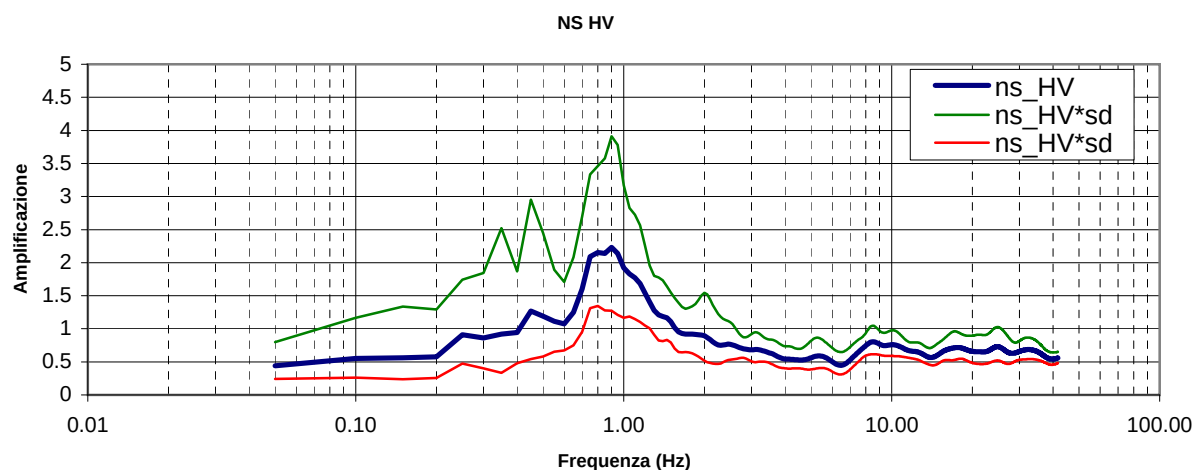
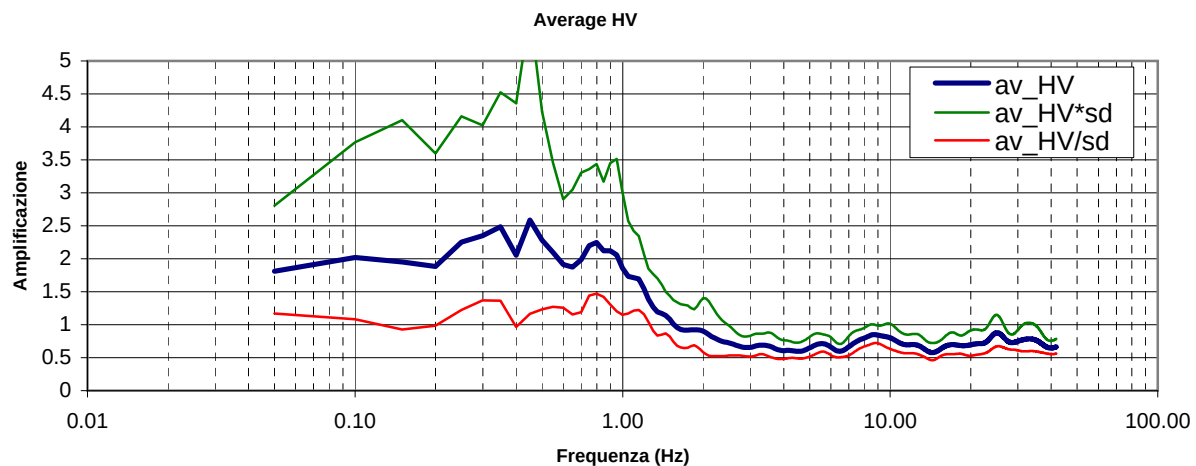
DATA: 10-06-2010

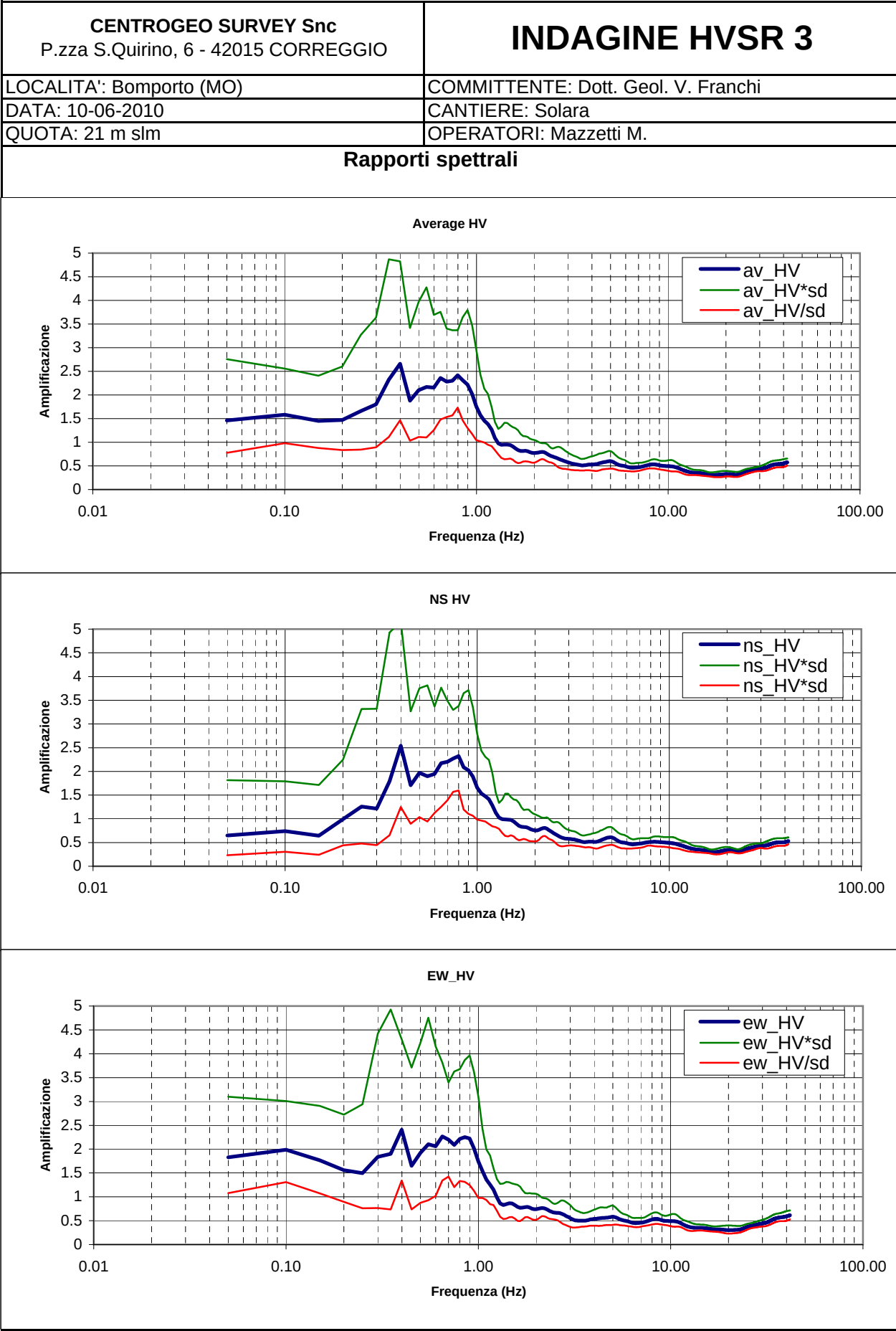
CANTIERE: Solara

QUOTA: 18 m slm

OPERATORI: Mazzetti M.

Rapporti spettrali





CENTROGEO SURVEY Snc
P.zza S.Quirino, 6 - 42015 CORREGGIO

INDAGINE HVSR 4

LOCALITA': Bomporto (MO)

COMMITTENTE: Dott. Geol. V. Franchi

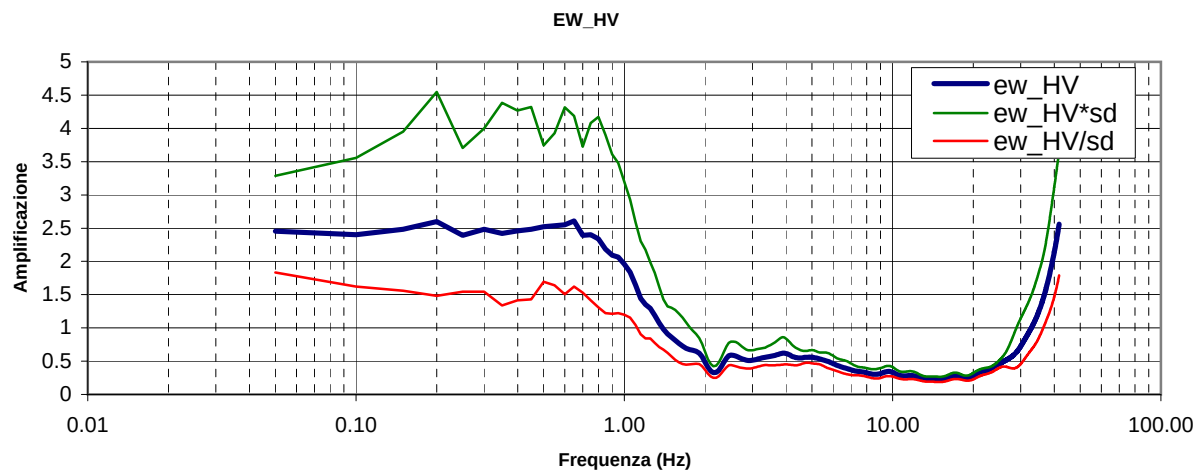
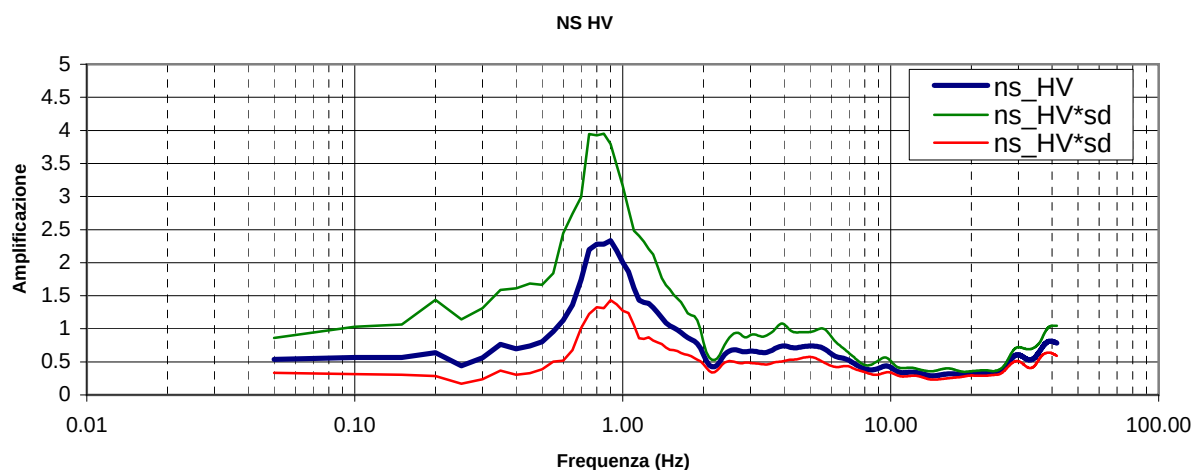
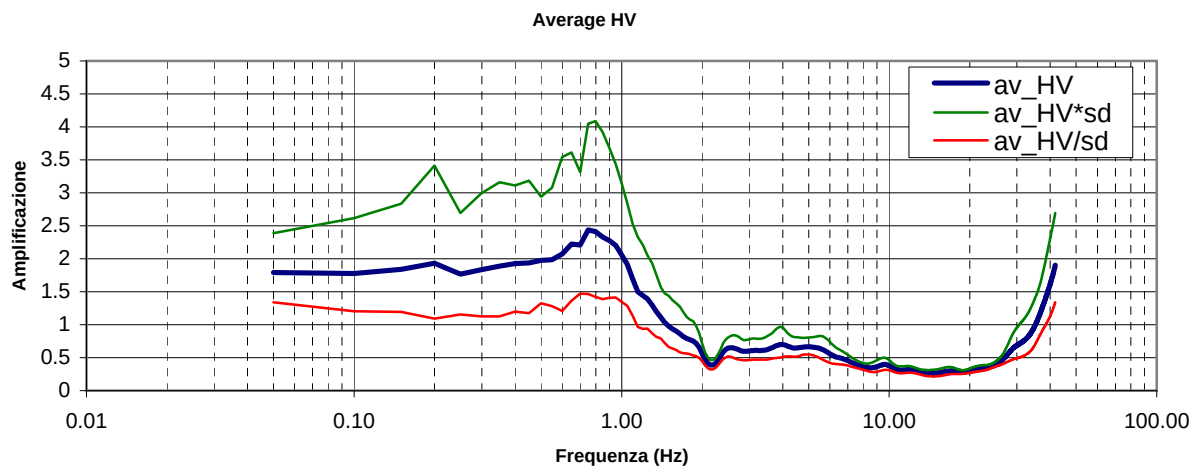
DATA: 10-06-2010

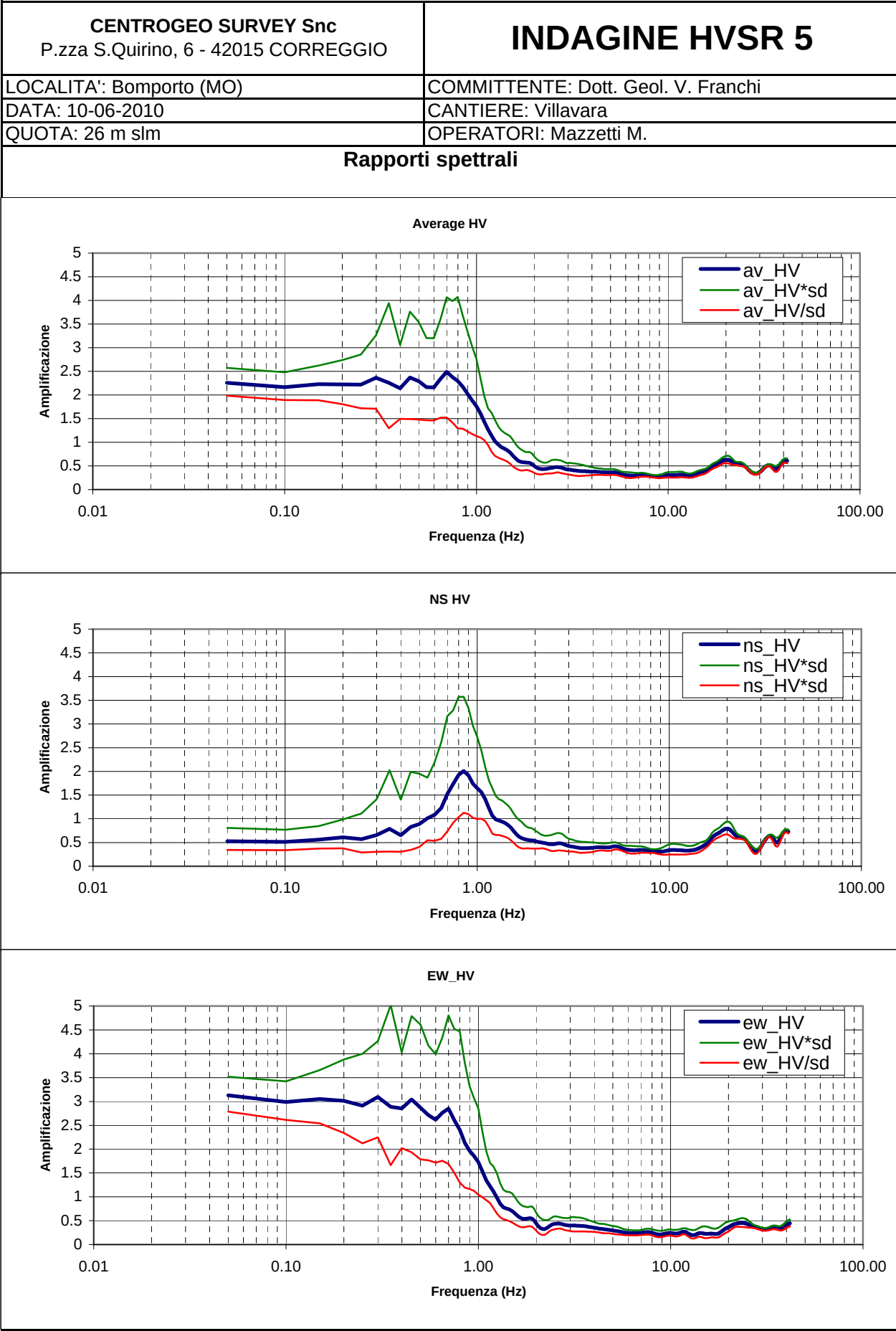
CANTIERE: Villavara

QUOTA: 25 m slm

OPERATORI: Mazzetti M.

Rapporti spettrali





CENTROGEO SURVEY Snc
P.zza S.Quirino, 6 - 42015 CORREGGIO

INDAGINE HVSR 6

LOCALITA': Bomporto (MO)

COMMITTENTE: Dott. Geol. V. Franchi

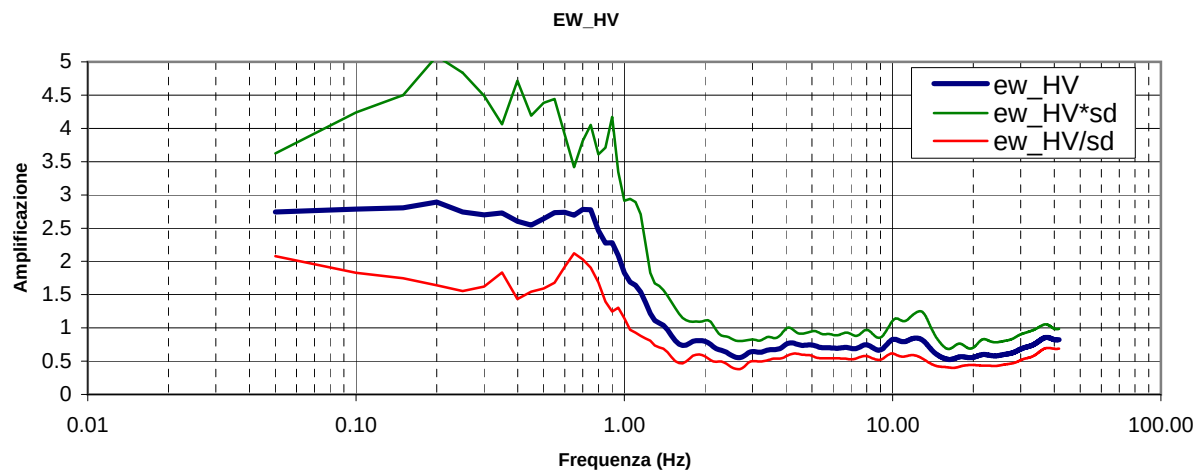
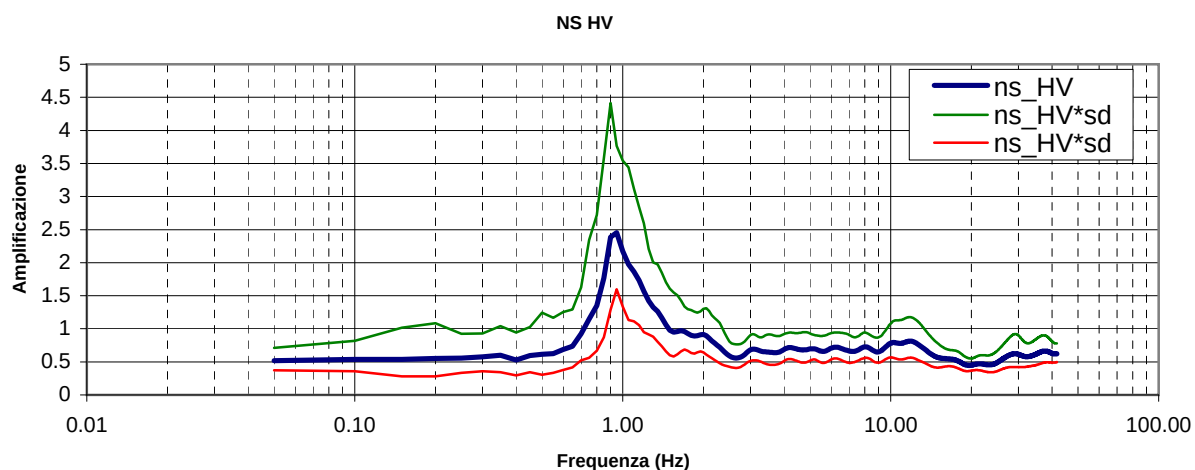
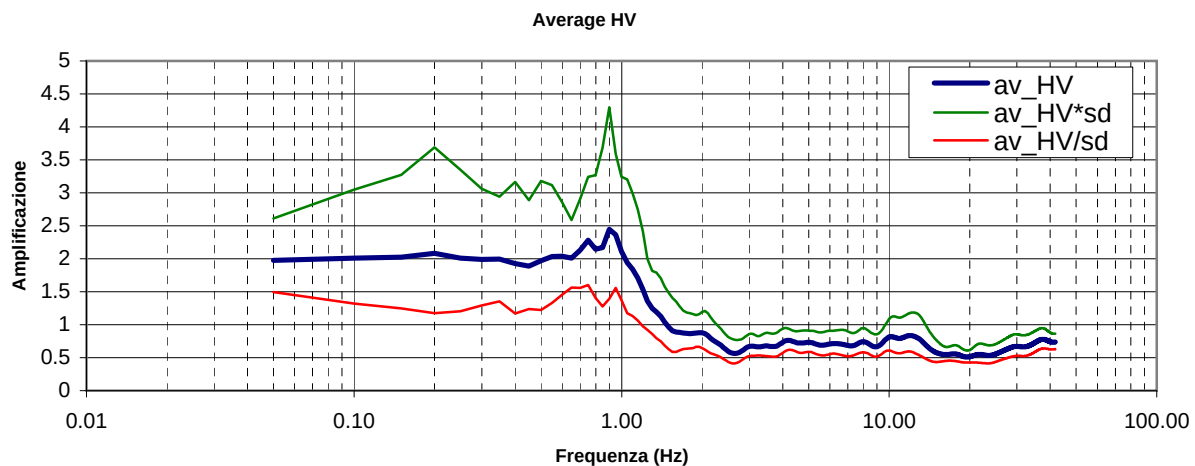
DATA: 10-06-2010

CANTIERE: Sorbara

QUOTA: 26 m slm

OPERATORI: Mazzetti M.

Rapporti spettrali



CENTROGEO SURVEY Snc
P.zza S.Quirino, 6 - 42015 CORREGGIO

INDAGINE HVSR 7

LOCALITA': Bomporto (MO)

COMMITTENTE: Dott. Geol. V. Franchi

DATA: 10-06-2010

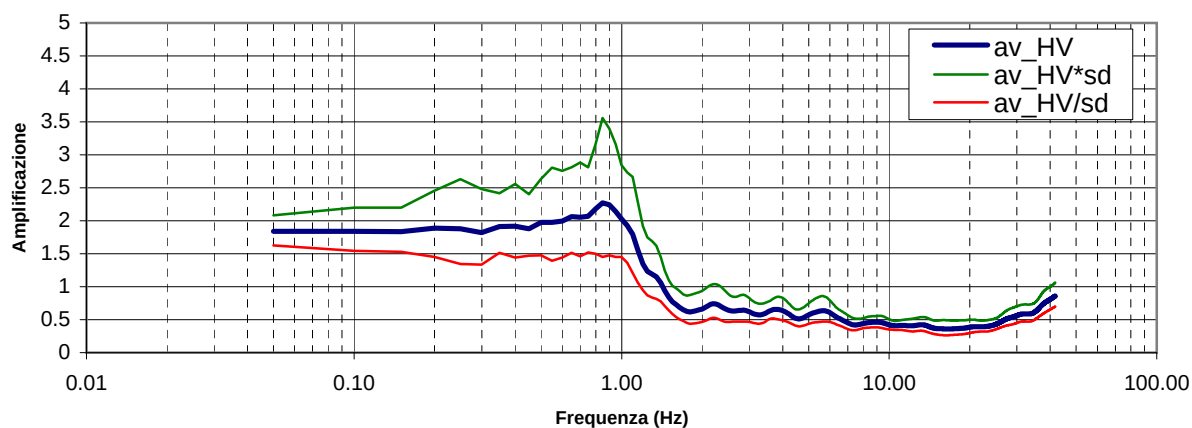
CANTIERE: Sorbara

QUOTA: 25 m slm

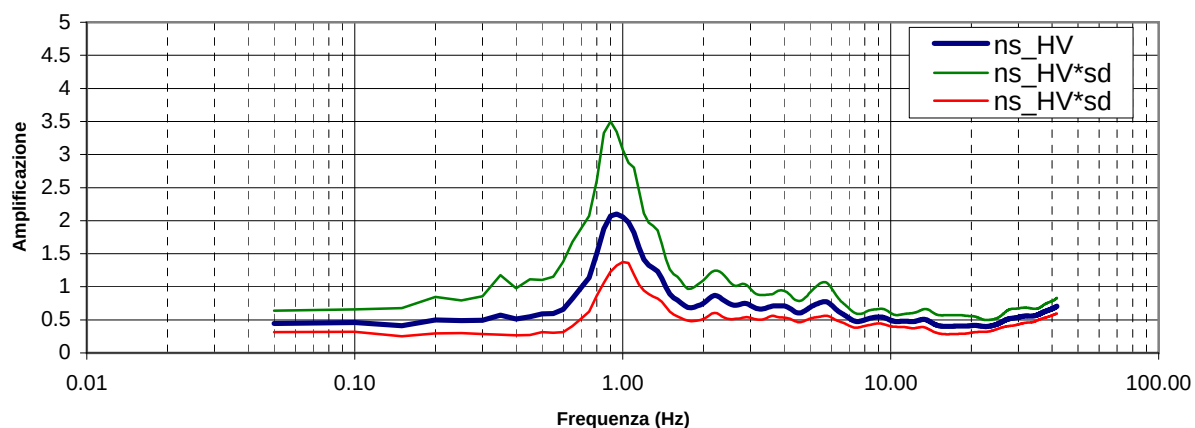
OPERATORI: Mazzetti M.

Rapporti spettrali

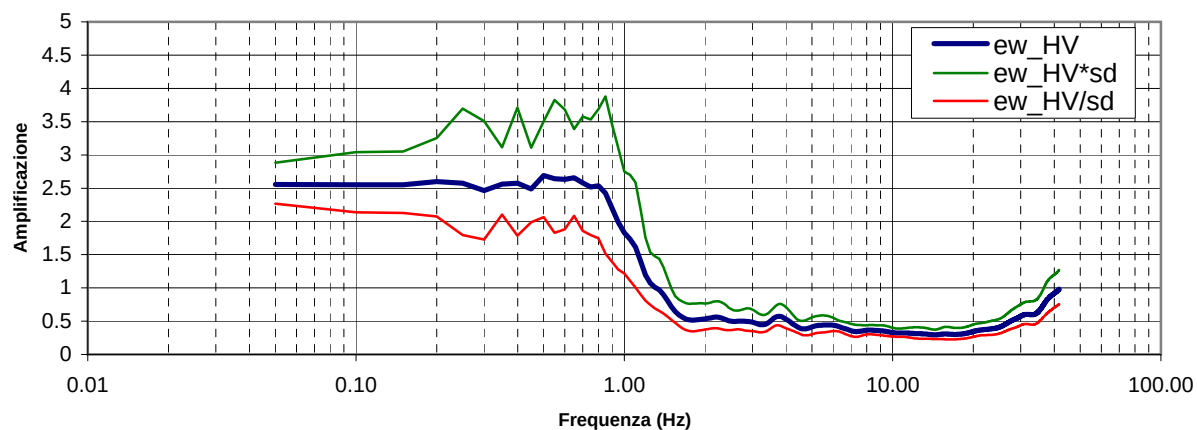
Average HV



NS HV



EW_HV



CENTROGEO SURVEY Snc
P.zza S.Quirino, 6 - 42015 CORREGGIO

INDAGINE HVSR 8

LOCALITA': Bomporto (MO)

COMMITTENTE: Dott. Geol. V. Franchi

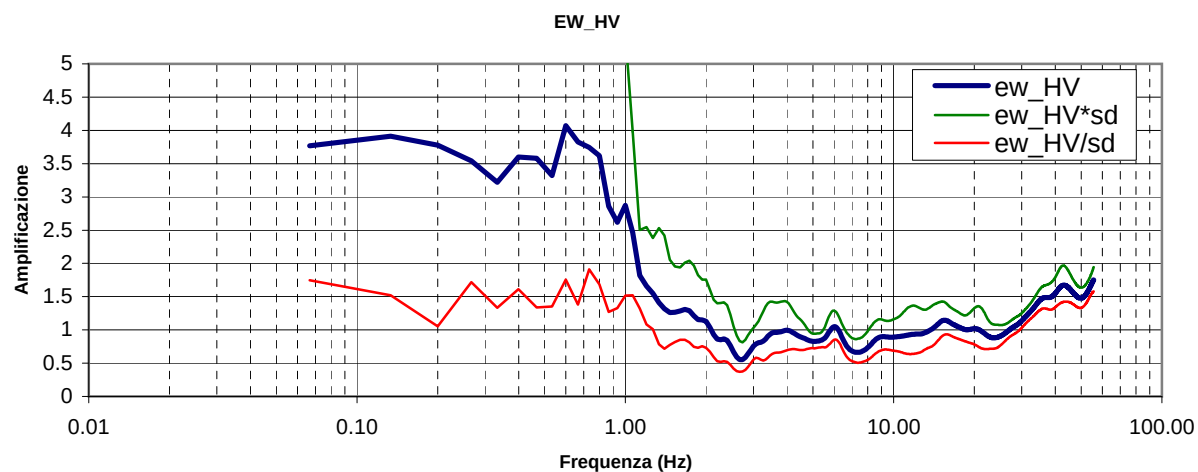
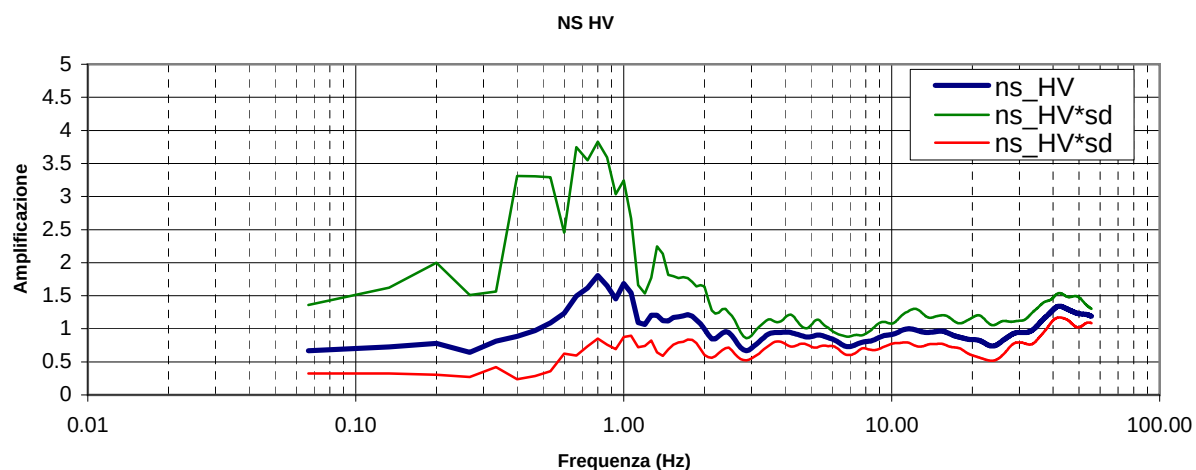
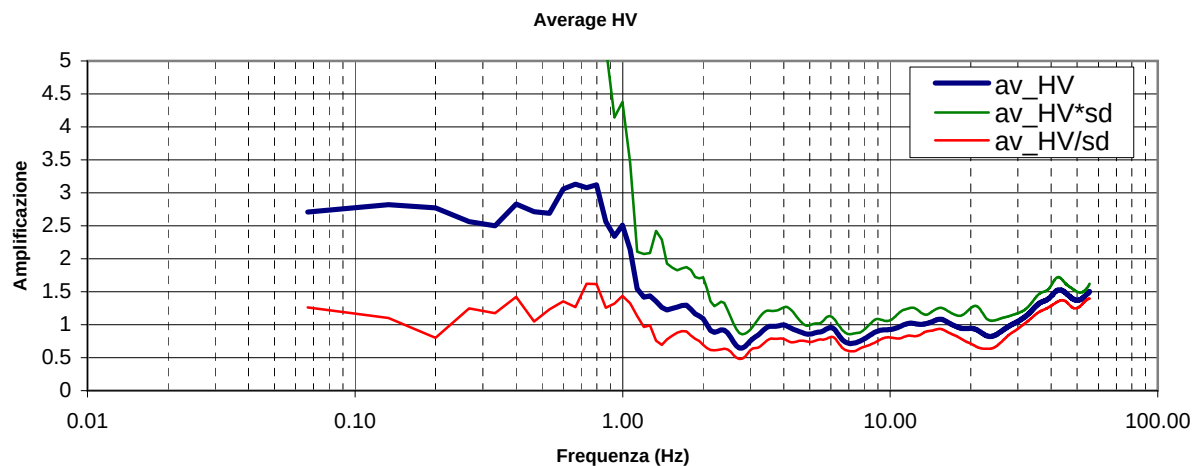
DATA: 10-06-2010

CANTIERE: Sorbara - Il Cristo

QUOTA: 25 m slm

OPERATORI: Mazzetti M.

Rapporti spettrali



CENTROGEO SURVEY Snc
P.zza S.Quirino, 6 - 42015 CORREGGIO

INDAGINE HVSR 9

LOCALITA': Bomporto (MO)

COMMITTENTE: Dott. Geol. V. Franchi

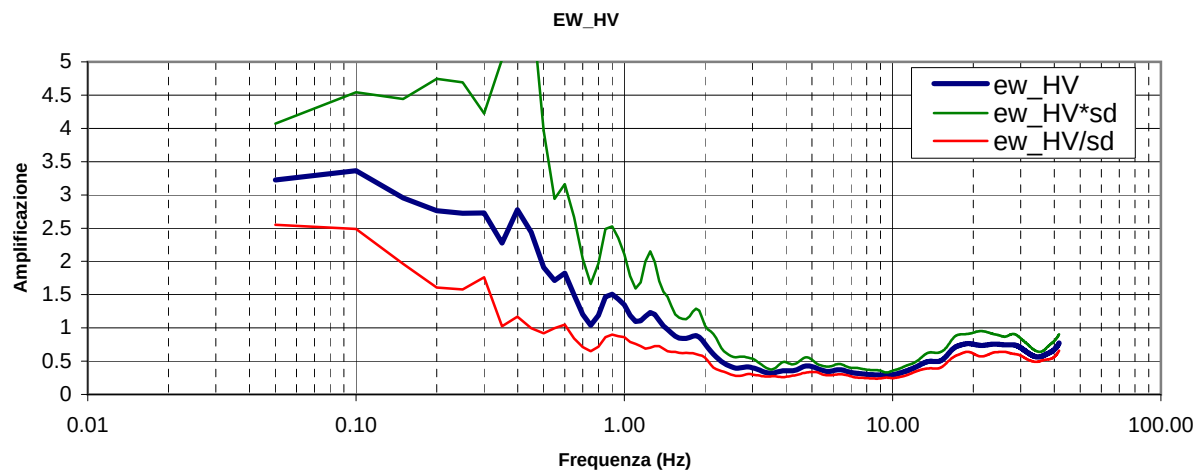
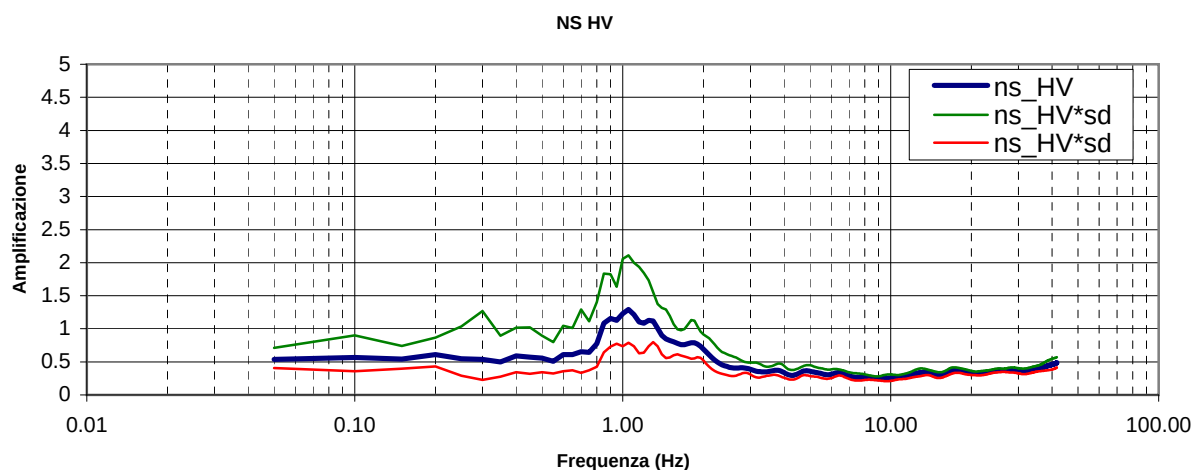
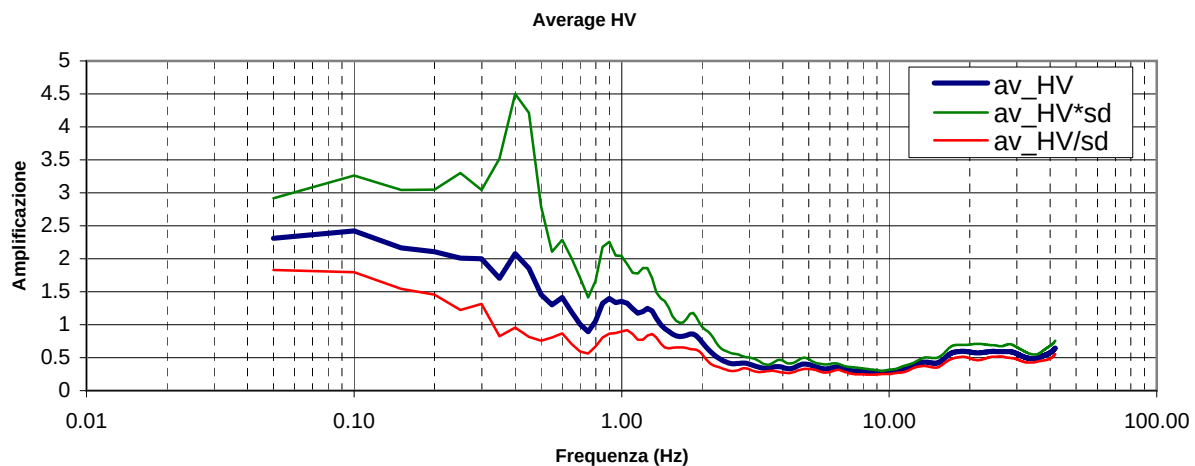
DATA: 10-06-2010

CANTIERE: Sorbara - Il Cristo

QUOTA: 26 m slm

OPERATORI: Mazzetti M.

Rapporti spettrali



CENTROGEO SURVEY Snc
P.zza S.Quirino, 6 - 42015 CORREGGIO

INDAGINE HVSR 10

LOCALITA': Bomporto (MO)

COMMITTENTE: Dott. Geol. V. Franchi

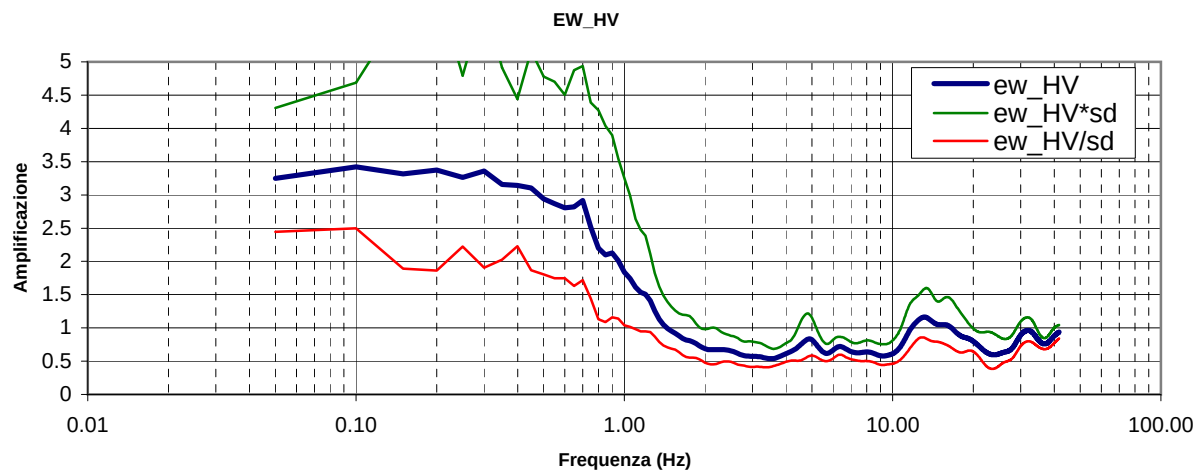
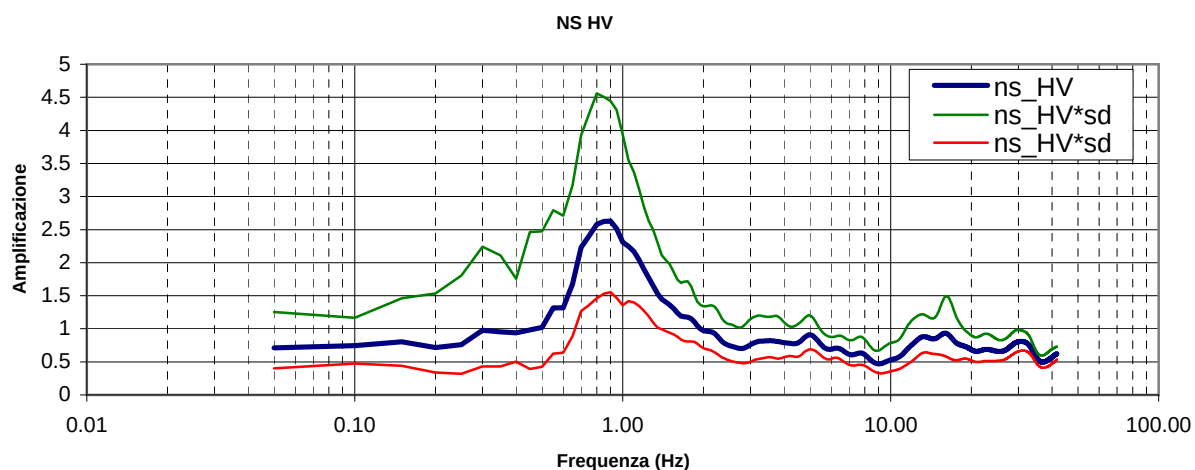
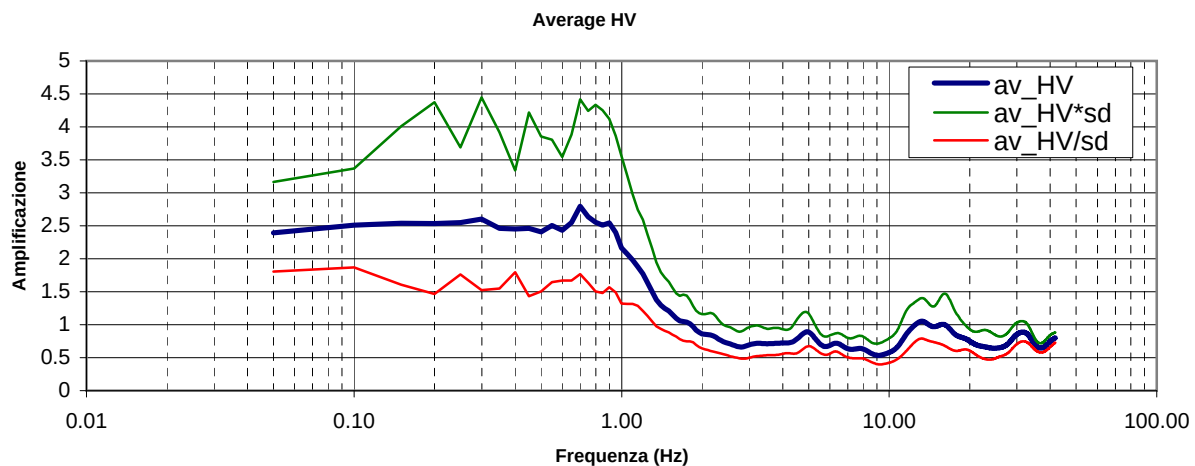
DATA: 10-06-2010

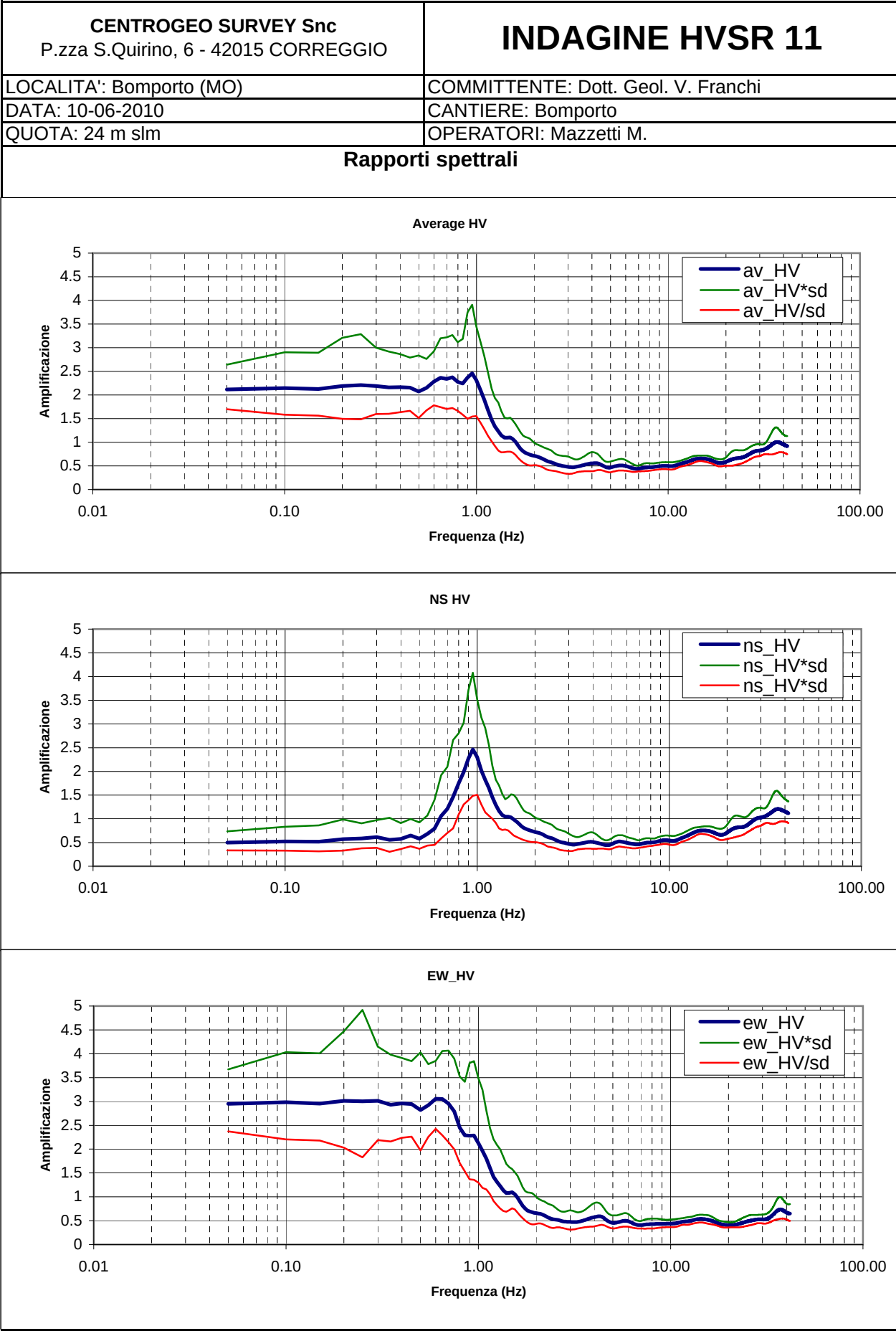
CANTIERE: Bomporto

QUOTA: 23 m slm

OPERATORI: Mazzetti M.

Rapporti spettrali





CENTROGEO SURVEY Snc
P.zza S.Quirino, 6 - 42015 CORREGGIO

INDAGINE HVSR 12

LOCALITA': Bomporto (MO)

COMMITTENTE: Dott. Geol. V. Franchi

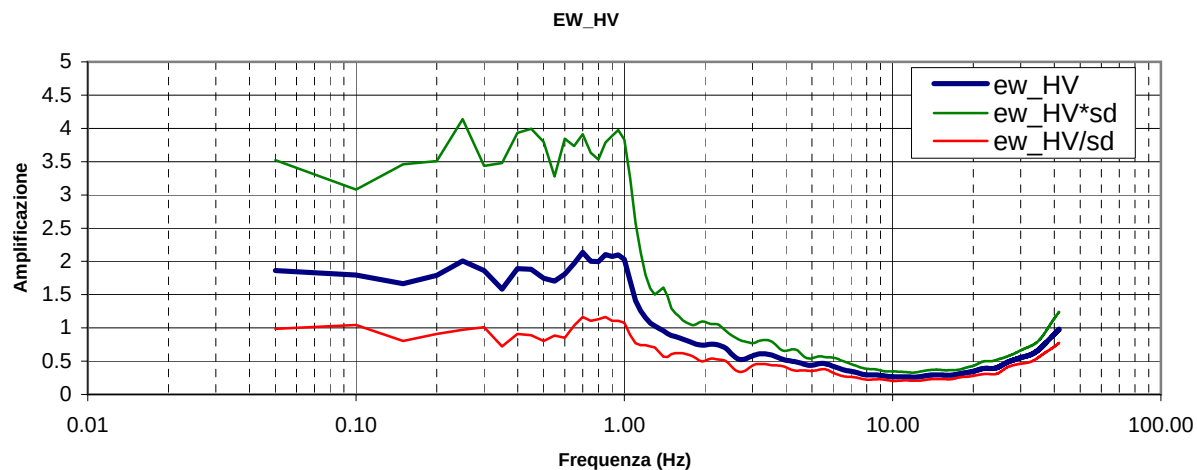
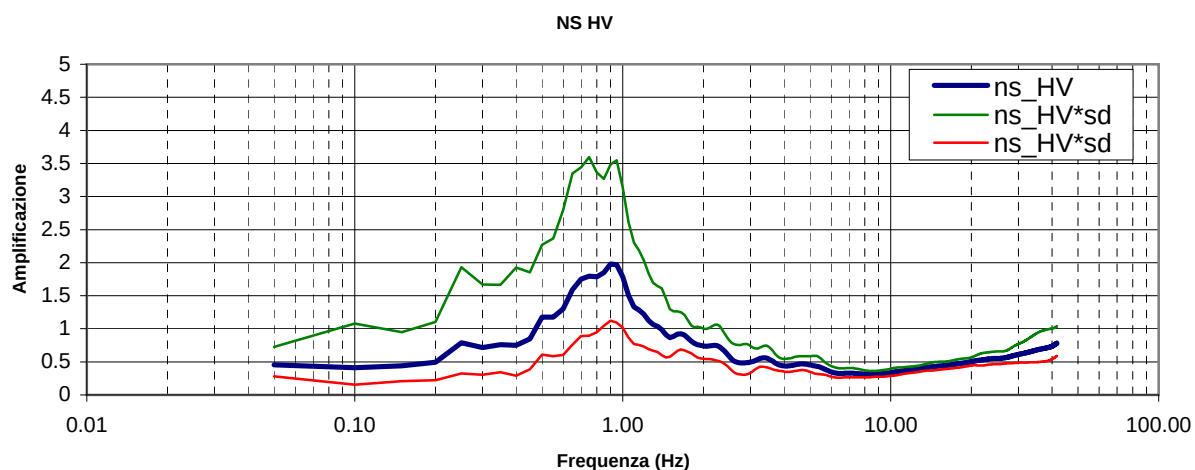
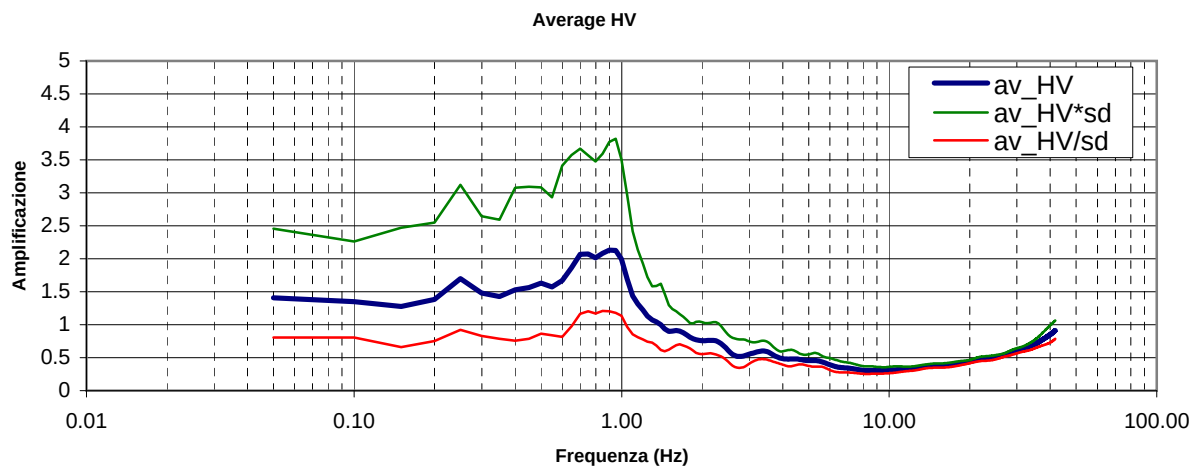
DATA: 10-06-2010

CANTIERE: Bomporto

QUOTA: 26 m slm

OPERATORI: Mazzetti M.

Rapporti spettrali





Via AUSTRIA, 24 - 41100 MODENA

Telefono 059/313999

Telefax 059/454827



PROVA PENETROMETRICA STATICA

Penetrometro Gouda

Certificato n. : **627/10**

Data emissione: 19/05/10

Committente : C/O DOTT. FRANCHI VALERIANO

Località : PSC COMUNE DI BOMPORTO

Prova numero : 1

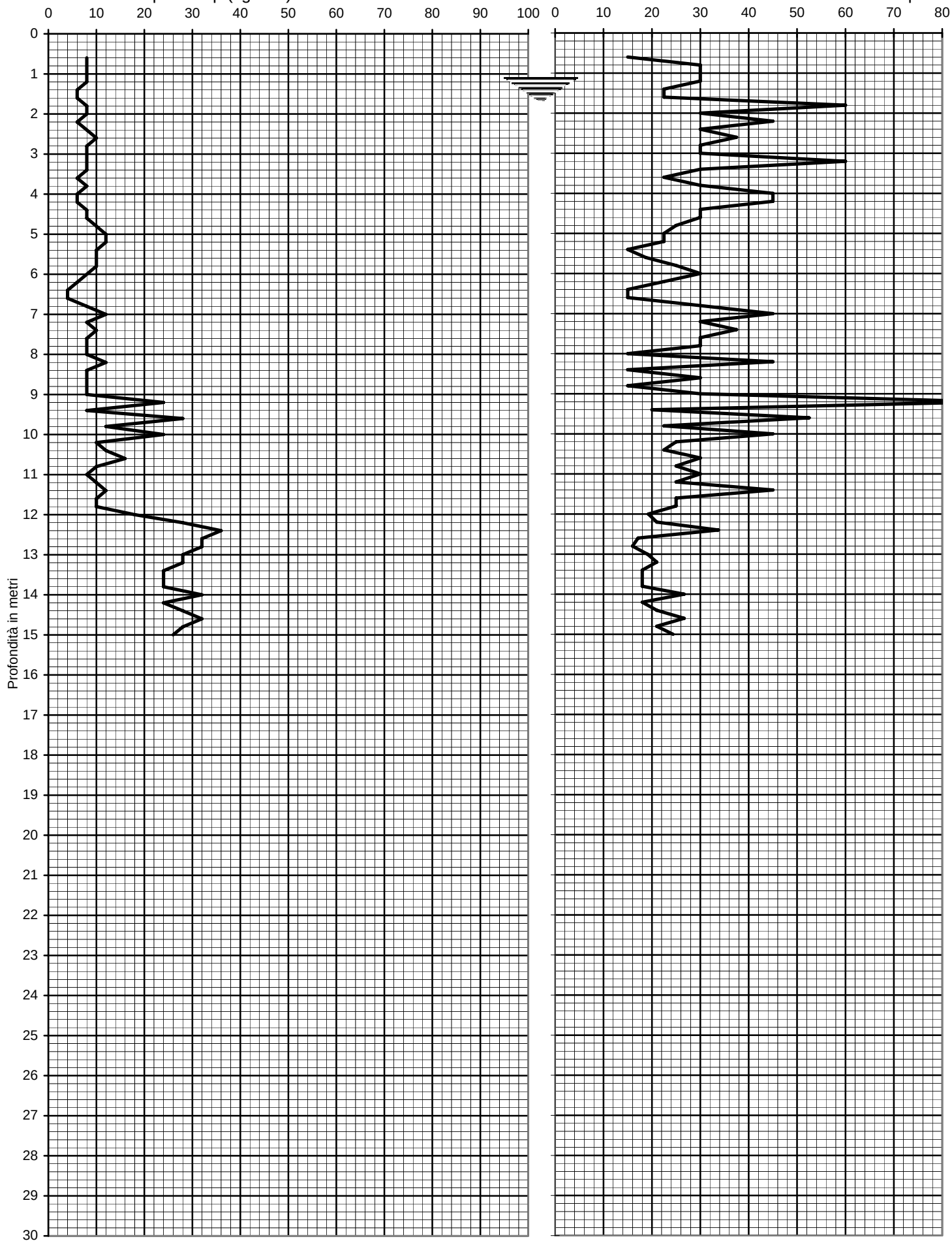
Data : 19/05/2010

Operatore : DR. REBECCHI

Quota : P.C.

Resistenza alla punta R_p (kg/cm²)

Rp/RI



Prof. (m)	P (kg/cm ²)	P + L (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	RI (kg/cm ²)	Rp/RI [-]
0,20					
0,40					
0,60	8	16	8	0,53	15,00
0,80	8	12	8	0,27	30,00
1,00	8	12	8	0,27	30,00
1,20	8	12	8	0,27	30,00
1,40	6	10	6	0,27	22,50
1,60	6	10	6	0,27	22,50
1,80	8	10	8	0,13	60,00
2,00	8	12	8	0,27	30,00
2,20	6	8	6	0,13	45,00
2,40	8	12	8	0,27	30,00
2,60	10	14	10	0,27	37,50
2,80	8	12	8	0,27	30,00
3,00	8	12	8	0,27	30,00
3,20	8	10	8	0,13	60,00
3,40	8	12	8	0,27	30,00
3,60	6	10	6	0,27	22,50
3,80	8	12	8	0,27	30,00
4,00	6	8	6	0,13	45,00
4,20	6	8	6	0,13	45,00
4,40	8	12	8	0,27	30,00
4,60	8	12	8	0,27	30,00
4,80	10	16	10	0,40	25,00
5,00	12	20	12	0,53	22,50
5,20	12	20	12	0,53	22,50
5,40	10	20	10	0,67	15,00
5,60	10	18	10	0,53	18,75
5,80	10	16	10	0,40	25,00
6,00	8	12	8	0,27	30,00
6,20	6	10	6	0,27	22,50
6,40	4	8	4	0,27	15,00
6,60	4	8	4	0,27	15,00
6,80	8	12	8	0,27	30,00
7,00	12	16	12	0,27	45,00
7,20	8	12	8	0,27	30,00
7,40	10	14	10	0,27	37,50
7,60	8	12	8	0,27	30,00
7,80	8	12	8	0,27	30,00
8,00	8	16	8	0,53	15,00
8,20	12	16	12	0,27	45,00
8,40	8	16	8	0,53	15,00
8,60	8	12	8	0,27	30,00
8,80	8	16	8	0,53	15,00
9,00	8	12	8	0,27	30,00
9,20	24	28	24	0,27	90,00
9,40	8	14	8	0,40	20,00
9,60	28	36	28	0,53	52,50
9,80	12	20	12	0,53	22,50
10,00	24	32	24	0,53	45,00
10,20	10	16	10	0,40	25,00
10,40	12	20	12	0,53	22,50
10,60	16	24	16	0,53	30,00
10,80	10	16	10	0,40	25,00
11,00	8	12	8	0,27	30,00
11,20	10	16	10	0,40	25,00
11,40	12	16	12	0,27	45,00
11,60	10	16	10	0,40	25,00
11,80	10	16	10	0,40	25,00
12,00	18	32	18	0,93	19,29
12,20	28	48	28	1,33	21,00
12,40	36	52	36	1,07	33,75
12,60	32	60	32	1,87	17,14
12,80	32	62	32	2,00	16,00
13,00	28	50	28	1,47	19,09
13,20	28	48	28	1,33	21,00
13,40	24	44	24	1,33	18,00
13,60	24	44	24	1,33	18,00
13,80	24	44	24	1,33	18,00
14,00	32	50	32	1,20	26,67
14,20	24	44	24	1,33	18,00
14,40	28	48	28	1,33	21,00
14,60	32	50	32	1,20	26,67
14,80	28	48	28	1,33	21,00
15,00	26	42	26	1,07	24,38

Prof. (m)	P (kg/cm ²)	P + L (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	RI (kg/cm ²)	Rp/RI [-]
15,20					
15,40					
15,60					
15,80					
16,00					
16,20					
16,40					
16,60					
16,80					
17,00					
17,20					
17,40					
17,60					
17,80					
18,00					
18,20					
18,40					
18,60					
18,80					
19,00					
19,20					
19,40					
19,60					
19,80					
20,00					
20,20					
20,40					
20,60					
20,80					
21,00					
21,20					
21,40					
21,60					
21,80					
22,00					
22,20					
22,40					
22,60					
22,80					
23,00					
23,20					
23,40					
23,60					
23,80					
24,00					
24,20					
24,40					
24,60					
24,80					
25,00					
25,20					
25,40					
25,60					
25,80					
26,00					
26,20					
26,40					
26,60					
26,80					
27,00					
27,20					
27,40					
27,60					
27,80					
28,00					
28,20					
28,40					
28,60					
28,80					
29,00					
29,20					
29,40					
29,60					
29,80					
30,00					



Via AUSTRIA, 24 - 41100 MODENA

Telefono 059/313999

Telefax 059/454827



PROVA PENETROMETRICA STATICA

Penetrometro Gouda

Certificato n. : **628/10**

Data emissione: 19/05/10

Committente : C/O DOTT. FRANCHI VALERIANO

Località : PSC COMUNE DI BOMPORTO

Prova numero : 2

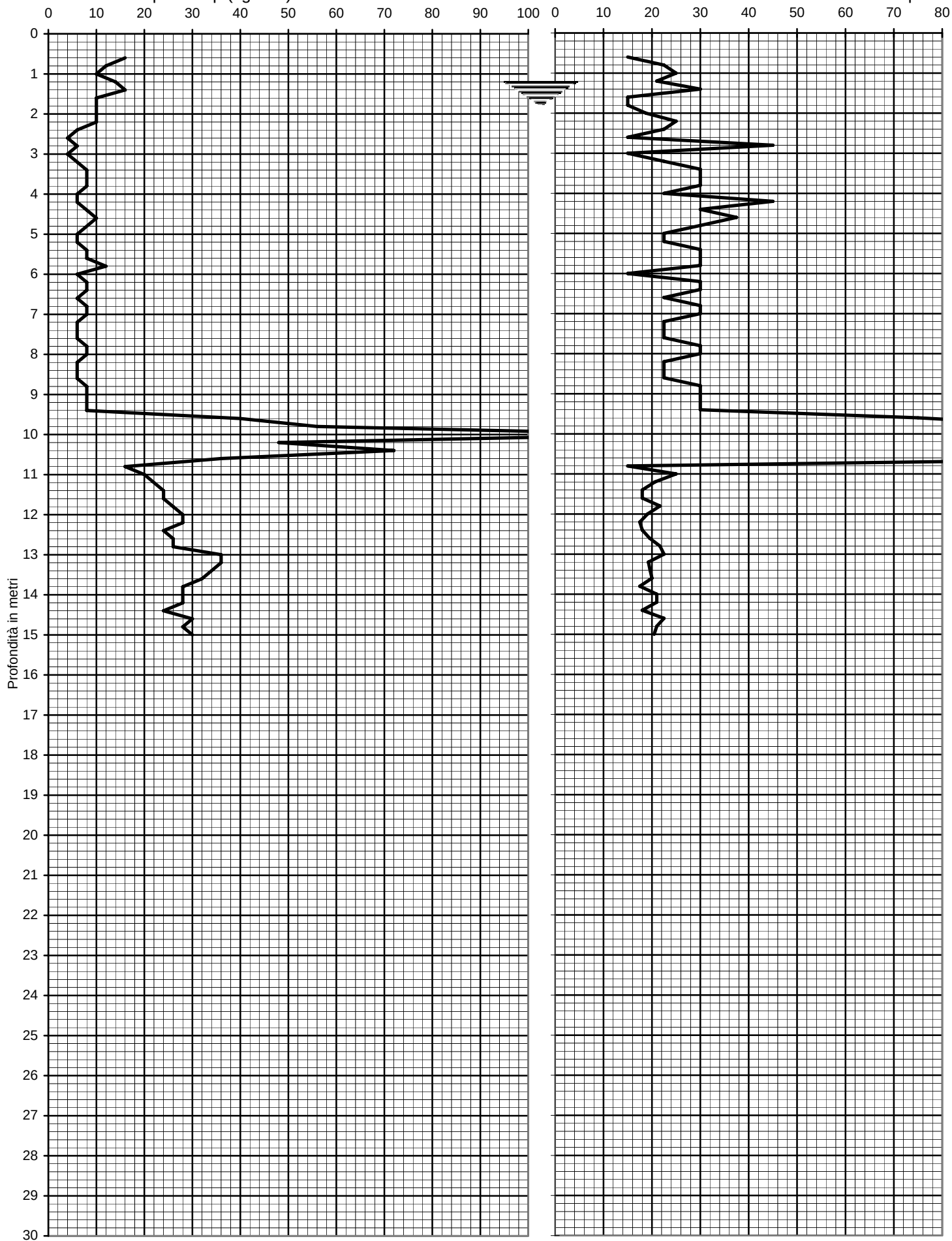
Data : 19/05/2010

Operatore : DR. REBECCHI

Quota : P.C.

Resistenza alla punta R_p (kg/cm^2)

Rp/Rl



Prof. (m)	P (kg/cm ²)	P + L (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	RI (kg/cm ²)	Rp/RI [-]
0,20					
0,40					
0,60	16	32	16	1,07	15,00
0,80	12	20	12	0,53	22,50
1,00	10	16	10	0,40	25,00
1,20	14	24	14	0,67	21,00
1,40	16	24	16	0,53	30,00
1,60	10	20	10	0,67	15,00
1,80	10	20	10	0,67	15,00
2,00	10	18	10	0,53	18,75
2,20	10	16	10	0,40	25,00
2,40	6	10	6	0,27	22,50
2,60	4	8	4	0,27	15,00
2,80	6	8	6	0,13	45,00
3,00	4	8	4	0,27	15,00
3,20	6	10	6	0,27	22,50
3,40	8	12	8	0,27	30,00
3,60	8	12	8	0,27	30,00
3,80	8	12	8	0,27	30,00
4,00	6	10	6	0,27	22,50
4,20	6	8	6	0,13	45,00
4,40	8	12	8	0,27	30,00
4,60	10	14	10	0,27	37,50
4,80	8	12	8	0,27	30,00
5,00	6	10	6	0,27	22,50
5,20	6	10	6	0,27	22,50
5,40	8	12	8	0,27	30,00
5,60	8	12	8	0,27	30,00
5,80	12	18	12	0,40	30,00
6,00	6	12	6	0,40	15,00
6,20	8	12	8	0,27	30,00
6,40	8	12	8	0,27	30,00
6,60	6	10	6	0,27	22,50
6,80	8	12	8	0,27	30,00
7,00	8	12	8	0,27	30,00
7,20	6	10	6	0,27	22,50
7,40	6	10	6	0,27	22,50
7,60	6	10	6	0,27	22,50
7,80	8	12	8	0,27	30,00
8,00	8	12	8	0,27	30,00
8,20	6	10	6	0,27	22,50
8,40	6	10	6	0,27	22,50
8,60	6	10	6	0,27	22,50
8,80	8	12	8	0,27	30,00
9,00	8	12	8	0,27	30,00
9,20	8	12	8	0,27	30,00
9,40	8	12	8	0,27	30,00
9,60	40	48	40	0,53	75,00
9,80	56	64	56	0,53	105,00
10,00	130	140	130	0,67	195,00
10,20	48	54	48	0,40	120,00
10,40	72	80	72	0,53	135,00
10,60	36	40	36	0,27	135,00
10,80	16	32	16	1,07	15,00
11,00	20	32	20	0,80	25,00
11,20	22	38	22	1,07	20,63
11,40	24	44	24	1,33	18,00
11,60	24	44	24	1,33	18,00
11,80	26	44	26	1,20	21,67
12,00	28	50	28	1,47	19,09
12,20	28	52	28	1,60	17,50
12,40	24	44	24	1,33	18,00
12,60	26	46	26	1,33	19,50
12,80	26	44	26	1,20	21,67
13,00	36	60	36	1,60	22,50
13,20	36	64	36	1,87	19,29
13,40	34	60	34	1,73	19,62
13,60	32	56	32	1,60	20,00
13,80	28	52	28	1,60	17,50
14,00	28	48	28	1,33	21,00
14,20	28	48	28	1,33	21,00
14,40	24	44	24	1,33	18,00
14,60	30	50	30	1,33	22,50
14,80	28	48	28	1,33	21,00
15,00	30	52	30	1,47	20,45

Prof. (m)	P (kg/cm ²)	P + L (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	RI (kg/cm ²)	Rp/RI [-]
15,20					
15,40					
15,60					
15,80					
16,00					
16,20					
16,40					
16,60					
16,80					
17,00					
17,20					
17,40					
17,60					
17,80					
18,00					
18,20					
18,40					
18,60					
18,80					
19,00					
19,20					
19,40					
19,60					
19,80					
20,00					
20,20					
20,40					
20,60					
20,80					
21,00					
21,20					
21,40					
21,60					
21,80					
22,00					
22,20					
22,40					
22,60					
22,80					
23,00					
23,20					
23,40					
23,60					
23,80					
24,00					
24,20					
24,40					
24,60					
24,80					
25,00					
25,20					
25,40					
25,60					
25,80					
26,00					
26,20					
26,40					
26,60					
26,80					
27,00					
27,20					
27,40					
27,60					
27,80					
28,00					
28,20					
28,40					
28,60					
28,80					
29,00					
29,20					
29,40					
29,60					
29,80					
30,00					



Via AUSTRIA, 24 - 41100 MODENA

Telefono 059/313999
Telefax 059/454827



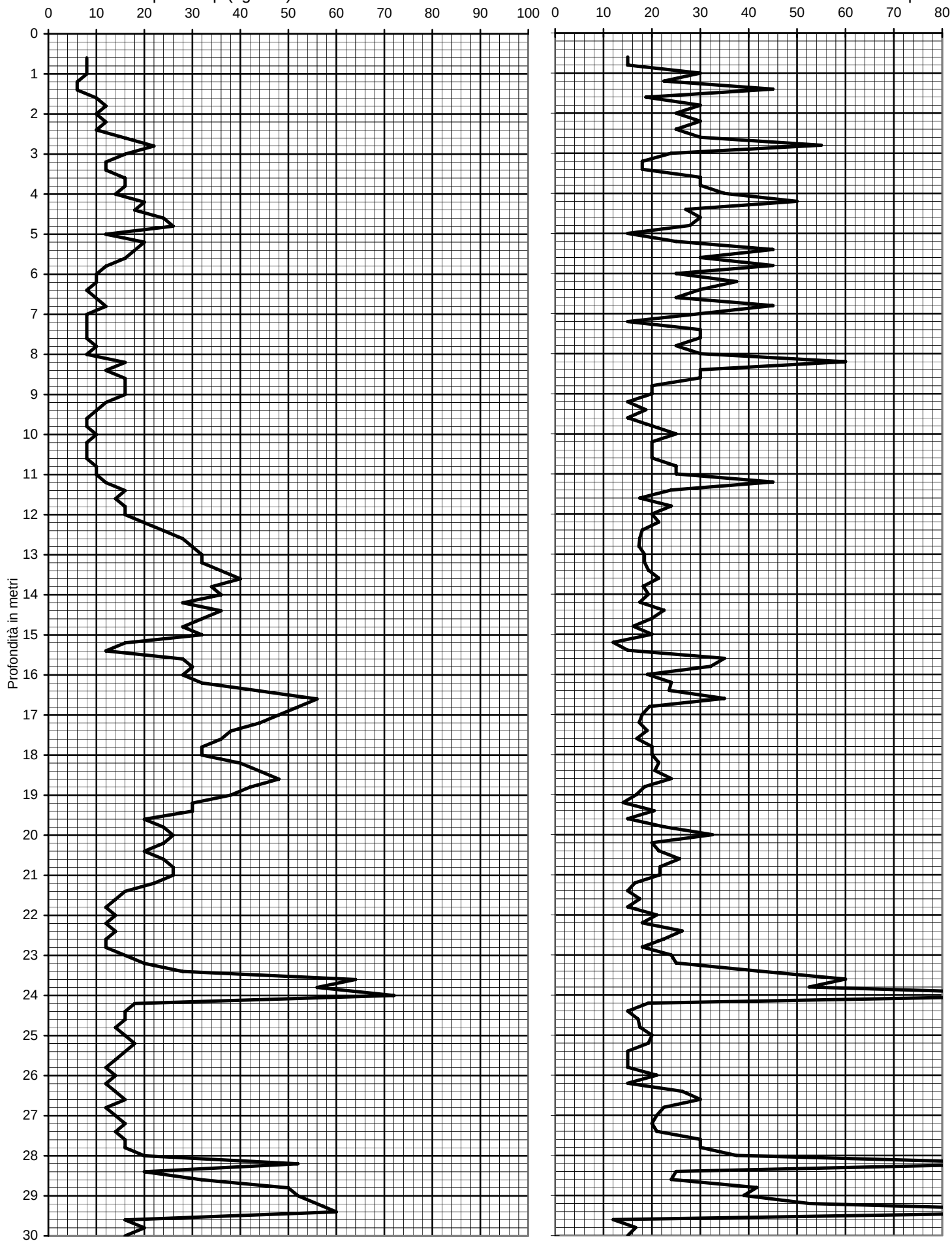
PROVA PENETROMETRICA STATICA
Penetrometro Gouda

Certificato n. : **619/10** Data emissione: 19/05/10

Committente : C/O DOTT. FRANCHI VALERIANO
Località : PSC COMUNE DI BOMPORTO
Prova numero : 3
Data : 17/05/2010
Operatore : DR. REBECCHI
Quota : P.C.

Resistenza alla punta R_p (kg/cm²)

Rp/RI



Prof. (m)	P (kg/cm ²)	P + L (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	RI (kg/cm ²)	Rp/RI [-]
0,20					
0,40					
0,60	8	16	8	0,53	15,00
0,80	8	16	8	0,53	15,00
1,00	8	12	8	0,27	30,00
1,20	6	10	6	0,27	22,50
1,40	6	8	6	0,13	45,00
1,60	10	18	10	0,53	18,75
1,80	12	18	12	0,40	30,00
2,00	10	16	10	0,40	25,00
2,20	12	18	12	0,40	30,00
2,40	10	16	10	0,40	25,00
2,60	16	24	16	0,53	30,00
2,80	22	28	22	0,40	55,00
3,00	16	26	16	0,67	24,00
3,20	12	22	12	0,67	18,00
3,40	12	22	12	0,67	18,00
3,60	16	24	16	0,53	30,00
3,80	16	24	16	0,53	30,00
4,00	14	20	14	0,40	35,00
4,20	20	26	20	0,40	50,00
4,40	18	28	18	0,67	27,00
4,60	24	36	24	0,80	30,00
4,80	26	40	26	0,93	27,86
5,00	12	24	12	0,80	15,00
5,20	20	32	20	0,80	25,00
5,40	18	24	18	0,40	45,00
5,60	16	24	16	0,53	30,00
5,80	12	16	12	0,27	45,00
6,00	10	16	10	0,40	25,00
6,20	10	14	10	0,27	37,50
6,40	8	12	8	0,27	30,00
6,60	10	16	10	0,40	25,00
6,80	12	16	12	0,27	45,00
7,00	8	12	8	0,27	30,00
7,20	8	16	8	0,53	15,00
7,40	8	12	8	0,27	30,00
7,60	8	12	8	0,27	30,00
7,80	10	16	10	0,40	25,00
8,00	8	12	8	0,27	30,00
8,20	16	20	16	0,27	60,00
8,40	12	18	12	0,40	30,00
8,60	16	24	16	0,53	30,00
8,80	16	28	16	0,80	20,00
9,00	16	28	16	0,80	20,00
9,20	12	24	12	0,80	15,00
9,40	10	18	10	0,53	18,75
9,60	8	16	8	0,53	15,00
9,80	8	14	8	0,40	20,00
10,00	10	16	10	0,40	25,00
10,20	8	14	8	0,40	20,00
10,40	8	14	8	0,40	20,00
10,60	8	14	8	0,40	20,00
10,80	10	16	10	0,40	25,00
11,00	10	16	10	0,40	25,00
11,20	12	16	12	0,27	45,00
11,40	16	26	16	0,67	24,00
11,60	14	26	14	0,80	17,50
11,80	16	26	16	0,67	24,00
12,00	16	28	16	0,80	20,00
12,20	20	34	20	0,93	21,43
12,40	24	44	24	1,33	18,00
12,60	28	52	28	1,60	17,50
12,80	30	56	30	1,73	17,31
13,00	32	58	32	1,73	18,46
13,20	32	58	32	1,73	18,46
13,40	36	64	36	1,87	19,29
13,60	40	68	40	1,87	21,43
13,80	34	62	34	1,87	18,21
14,00	36	64	36	1,87	19,29
14,20	28	52	28	1,60	17,50
14,40	36	60	36	1,60	22,50
14,60	32	56	32	1,60	20,00
14,80	28	54	28	1,73	16,15
15,00	32	56	32	1,60	20,00

Prof. (m)	P (kg/cm ²)	P + L (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	RI (kg/cm ²)	Rp/RI [-]
15,20	16	36	16	1,33	12,00
15,40	12	24	12	0,80	15,00
15,60	28	40	28	0,80	35,00
15,80	30	44	30	0,93	32,14
16,00	28	50	28	1,47	19,09
16,20	32	52	32	1,33	24,00
16,40	44	72	44	1,87	23,57
16,60	56	80	56	1,60	35,00
16,80	52	92	52	2,67	19,50
17,00	48	88	48	2,67	18,00
17,20	44	82	44	2,53	17,37
17,40	38	68	38	2,00	19,00
17,60	36	68	36	2,13	16,88
17,80	32	56	32	1,60	20,00
18,00	32	56	32	1,60	20,00
18,20	40	68	40	1,87	21,43
18,40	44	76	44	2,13	20,63
18,60	48	78	48	2,00	24,00
18,80	42	76	42	2,27	18,53
19,00	38	72	38	2,27	16,76
19,20	30	62	30	2,13	14,06
19,40	30	52	30	1,47	20,45
19,60	20	40	20	1,33	15,00
19,80	24	40	24	1,07	22,50
20,00	26	38	26	0,80	32,50
20,20	24	42	24	1,20	20,00
20,40	20	34	20	0,93	21,43
20,60	24	38	24	0,93	25,71
20,80	26	44	26	1,20	21,67
21,00	26	44	26	1,20	21,67
21,20	22	42	22	1,33	16,50
21,40	16	32	16	1,07	15,00
21,60	14	26	14	0,80	17,50
21,80	12	24	12	0,80	15,00
22,00	14	24	14	0,67	21,00
22,20	12	22	12	0,67	18,00
22,40	14	22	14	0,53	26,25
22,60	12	20	12	0,53	22,50
22,80	12	22	12	0,67	18,00
23,00	16	26	16	0,67	24,00
23,20	20	32	20	0,80	25,00
23,40	28	38	28	0,67	42,00
23,60	64	80	64	1,07	60,00
23,80	56	72	56	1,07	52,50
24,00	72	82	72	0,67	108,00
24,20	18	32	18	0,93	19,29
24,40	16	32	16	1,07	15,00
24,60	16	30	16	0,93	17,14
24,80	14	26	14	0,80	17,50
25,00	16	28	16	0,80	20,00
25,20	18	32	18	0,93	19,29
25,40	16	32	16	1,07	15,00
25,60	14	28	14	0,93	15,00
25,80	12	24	12	0,80	15,00
26,00	14	24	14	0,67	21,00
26,20	12	24	12	0,80	15,00
26,40	14	22	14	0,53	26,25
26,60	16	24	16	0,53	30,00
26,80	12	20	12	0,53	22,50
27,00	14	24	14	0,67	21,00
27,20	16	28	16	0,80	20,00
27,40	14	24	14	0,67	21,00
27,60	16	24	16	0,53	30,00
27,80	16	24	16	0,53	30,00
28,00	20	28	20	0,53	37,50
28,20	52	60	52	0,53	97,50
28,40	20	32	20	0,80	25,00
28,60	32	52	32	1,33	24,00
28,80	50	68	50	1,20	41,67
29,00	52	72	52	1,33	39,00
29,20	56	72	56	1,07	52,50
29,40	60	68	60	0,53	112,50
29,60	16	36	16	1,33	12,00
29,80	20	38	20	1,20	16,67
30,00	16	32	16	1,07	15,00



Via AUSTRIA, 24 - 41100 MODENA

Telefono 059/313999

Telefax 059/454827



PROVA PENETROMETRICA STATICA

Penetrometro Gouda

Certificato n. : **620/10**

Data emissione: 19/05/10

Committente : C/O DOTT. FRANCHI VALERIANO

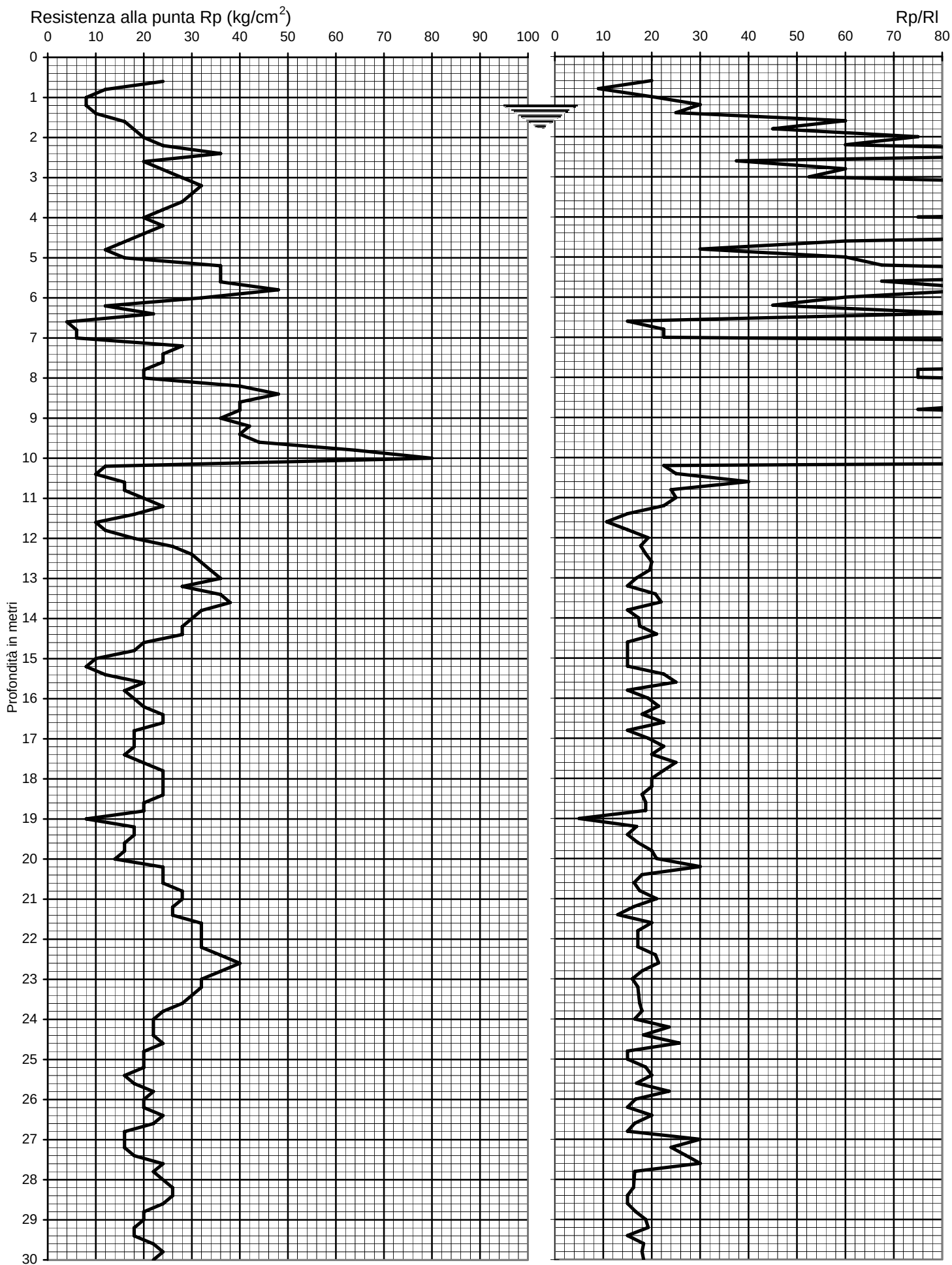
Località : PSC COMUNE DI BOMPORTO

Prova numero : 4

Data : 18/05/2010

Operatore : DR. REBECCHI

Quota : P.C.



Prof. (m)	P (kg/cm ²)	P + L (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	RI (kg/cm ²)	Rp/RI [-]
0,20					
0,40					
0,60	24	42	24	1,20	20,00
0,80	12	32	12	1,33	9,00
1,00	8	14	8	0,40	20,00
1,20	8	12	8	0,27	30,00
1,40	10	16	10	0,40	25,00
1,60	16	20	16	0,27	60,00
1,80	18	24	18	0,40	45,00
2,00	20	24	20	0,27	75,00
2,20	24	30	24	0,40	60,00
2,40	36	40	36	0,27	135,00
2,60	20	28	20	0,53	37,50
2,80	24	30	24	0,40	60,00
3,00	28	36	28	0,53	52,50
3,20	32	36	32	0,27	120,00
3,40	30	34	30	0,27	112,50
3,60	28	30	28	0,13	210,00
3,80	24	26	24	0,13	180,00
4,00	20	24	20	0,27	75,00
4,20	24	26	24	0,13	180,00
4,40	20	22	20	0,13	150,00
4,60	16	20	16	0,27	60,00
4,80	12	18	12	0,40	30,00
5,00	16	20	16	0,27	60,00
5,20	36	44	36	0,53	67,50
5,40	36	40	36	0,27	135,00
5,60	36	44	36	0,53	67,50
5,80	48	56	48	0,53	90,00
6,00	32	40	32	0,53	60,00
6,20	12	16	12	0,27	45,00
6,40	22	26	22	0,27	82,50
6,60	4	8	4	0,27	15,00
6,80	6	10	6	0,27	22,50
7,00	6	10	6	0,27	22,50
7,20	28	30	28	0,13	210,00
7,40	24	28	24	0,27	90,00
7,60	24	26	24	0,13	180,00
7,80	20	24	20	0,27	75,00
8,00	20	24	20	0,27	75,00
8,20	40	44	40	0,27	150,00
8,40	48	54	48	0,40	120,00
8,60	40	46	40	0,40	100,00
8,80	40	48	40	0,53	75,00
9,00	36	40	36	0,27	135,00
9,20	42	48	42	0,40	105,00
9,40	40	44	40	0,27	150,00
9,60	44	52	44	0,53	82,50
9,80	64	74	64	0,67	96,00
10,00	80	84	80	0,27	300,00
10,20	12	20	12	0,53	22,50
10,40	10	16	10	0,40	25,00
10,60	16	22	16	0,40	40,00
10,80	16	26	16	0,67	24,00
11,00	20	32	20	0,80	25,00
11,20	24	40	24	1,07	22,50
11,40	18	36	18	1,20	15,00
11,60	10	24	10	0,93	10,71
11,80	12	24	12	0,80	15,00
12,00	18	32	18	0,93	19,29
12,20	26	48	26	1,47	17,73
12,40	30	54	30	1,60	18,75
12,60	32	56	32	1,60	20,00
12,80	34	60	34	1,73	19,62
13,00	36	68	36	2,13	16,88
13,20	28	56	28	1,87	15,00
13,40	36	62	36	1,73	20,77
13,60	38	64	38	1,73	21,92
13,80	32	64	32	2,13	15,00
14,00	30	56	30	1,73	17,31
14,20	28	52	28	1,60	17,50
14,40	28	48	28	1,33	21,00
14,60	20	40	20	1,33	15,00
14,80	18	36	18	1,20	15,00
15,00	10	20	10	0,67	15,00

Prof. (m)	P (kg/cm ²)	P + L (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	RI (kg/cm ²)	Rp/RI [-]
15,20	8	16	8	0,53	15,00
15,40	12	20	12	0,53	22,50
15,60	20	32	20	0,80	25,00
15,80	16	32	16	1,07	15,00
16,00	18	32	18	0,93	19,29
16,20	20	34	20	0,93	21,43
16,40	24	44	24	1,33	18,00
16,60	24	40	24	1,07	22,50
16,80	18	36	18	1,20	15,00
17,00	18	32	18	0,93	19,29
17,20	18	30	18	0,80	22,50
17,40	16	28	16	0,80	20,00
17,60	20	32	20	0,80	25,00
17,80	24	40	24	1,07	22,50
18,00	24	42	24	1,20	20,00
18,20	24	42	24	1,20	20,00
18,40	24	44	24	1,33	18,00
18,60	20	36	20	1,07	18,75
18,80	20	36	20	1,07	18,75
19,00	8	32	8	1,60	5,00
19,20	18	34	18	1,07	16,88
19,40	18	36	18	1,20	15,00
19,60	16	30	16	0,93	17,14
19,80	16	28	16	0,80	20,00
20,00	14	24	14	0,67	21,00
20,20	24	36	24	0,80	30,00
20,40	24	44	24	1,33	18,00
20,60	24	46	24	1,47	16,36
20,80	28	52	28	1,60	17,50
21,00	28	48	28	1,33	21,00
21,20	26	50	26	1,60	16,25
21,40	26	56	26	2,00	13,00
21,60	32	56	32	1,60	20,00
21,80	32	60	32	1,87	17,14
22,00	32	60	32	1,87	17,14
22,20	32	60	32	1,87	17,14
22,40	36	62	36	1,73	20,77
22,60	40	68	40	1,87	21,43
22,80	36	66	36	2,00	18,00
23,00	32	62	32	2,00	16,00
23,20	32	60	32	1,87	17,14
23,40	30	56	30	1,73	17,31
23,60	28	52	28	1,60	17,50
23,80	24	44	24	1,33	18,00
24,00	22	42	22	1,33	16,50
24,20	22	36	22	0,93	23,57
24,40	22	40	22	1,20	18,33
24,60	24	38	24	0,93	25,71
24,80	20	40	20	1,33	15,00
25,00	20	40	20	1,33	15,00
25,20	20	36	20	1,07	18,75
25,40	16	28	16	0,80	20,00
25,60	18	34	18	1,07	16,88
25,80	22	36	22	0,93	23,57
26,00	20	38	20	1,20	16,67
26,20	20	40	20	1,33	15,00
26,40	24	42	24	1,20	20,00
26,60	22	42	22	1,33	16,50
26,80	16	32	16	1,07	15,00
27,00	16	24	16	0,53	30,00
27,20	16	26	16	0,67	24,00
27,40	18	28	18	0,67	27,00
27,60	24	36	24	0,80	30,00
27,80	22	42	22	1,33	16,50
28,00	24	46	24	1,47	16,36
28,20	26	50	26	1,60	16,25
28,40	26	52	26	1,73	15,00
28,60	24	48	24	1,60	15,00
28,80	20	38	20	1,20	16,67
29,00	20	36	20	1,07	18,75
29,20	18	32	18	0,93	19,29
29,40	18	36	18	1,20	15,00
29,60	22	40	22	1,20	18,33
29,80	24	44	24	1,33	18,00
30,00	22	40	22	1,20	18,33



Via AUSTRIA, 24 - 41100 MODENA

Telefono 059/313999

Telefax 059/454827



PROVA PENETROMETRICA STATICA

Penetrometro Gouda

Certificato n. : **621/10**

Data emissione: 19/05/10

Committente : C/O DOTT. FRANCHI VALERIANO

Località : PSC COMUNE DI BOMPORTO

Prova numero : 5

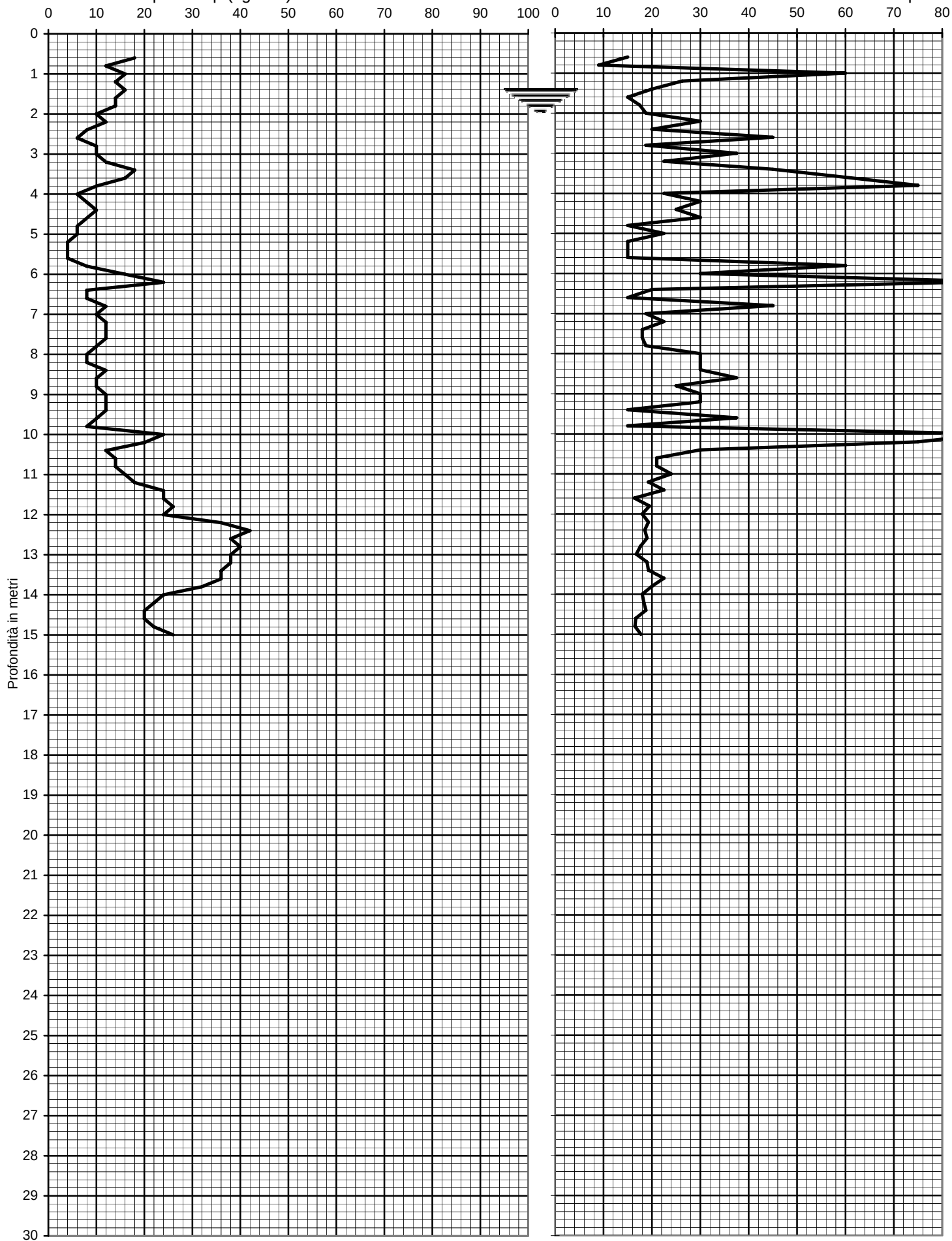
Data : 18/05/2010

Operatore : DR. REBECCHI

Quota : P.C.

Resistenza alla punta R_p (kg/cm²)

Rp/RI



Prof. (m)	P (kg/cm ²)	P + L (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	RI (kg/cm ²)	Rp/RI [-]
0,20					
0,40					
0,60	18	36	18	1,20	15,00
0,80	12	32	12	1,33	9,00
1,00	16	20	16	0,27	60,00
1,20	14	22	14	0,53	26,25
1,40	16	28	16	0,80	20,00
1,60	14	28	14	0,93	15,00
1,80	14	26	14	0,80	17,50
2,00	10	18	10	0,53	18,75
2,20	12	18	12	0,40	30,00
2,40	8	14	8	0,40	20,00
2,60	6	8	6	0,13	45,00
2,80	10	18	10	0,53	18,75
3,00	10	14	10	0,27	37,50
3,20	12	20	12	0,53	22,50
3,40	18	24	18	0,40	45,00
3,60	16	20	16	0,27	60,00
3,80	10	12	10	0,13	75,00
4,00	6	10	6	0,27	22,50
4,20	8	12	8	0,27	30,00
4,40	10	16	10	0,40	25,00
4,60	8	12	8	0,27	30,00
4,80	6	12	6	0,40	15,00
5,00	6	10	6	0,27	22,50
5,20	4	8	4	0,27	15,00
5,40	4	8	4	0,27	15,00
5,60	4	8	4	0,27	15,00
5,80	8	10	8	0,13	60,00
6,00	16	24	16	0,53	30,00
6,20	24	28	24	0,27	90,00
6,40	8	14	8	0,40	20,00
6,60	8	16	8	0,53	15,00
6,80	12	16	12	0,27	45,00
7,00	10	18	10	0,53	18,75
7,20	12	20	12	0,53	22,50
7,40	12	22	12	0,67	18,00
7,60	12	22	12	0,67	18,00
7,80	10	18	10	0,53	18,75
8,00	8	12	8	0,27	30,00
8,20	8	12	8	0,27	30,00
8,40	12	18	12	0,40	30,00
8,60	10	14	10	0,27	37,50
8,80	10	16	10	0,40	25,00
9,00	12	18	12	0,40	30,00
9,20	12	18	12	0,40	30,00
9,40	12	24	12	0,80	15,00
9,60	10	14	10	0,27	37,50
9,80	8	16	8	0,53	15,00
10,00	24	28	24	0,27	90,00
10,20	20	24	20	0,27	75,00
10,40	12	18	12	0,40	30,00
10,60	14	24	14	0,67	21,00
10,80	14	24	14	0,67	21,00
11,00	16	26	16	0,67	24,00
11,20	18	32	18	0,93	19,29
11,40	24	40	24	1,07	22,50
11,60	24	46	24	1,47	16,36
11,80	26	46	26	1,33	19,50
12,00	24	44	24	1,33	18,00
12,20	36	64	36	1,87	19,29
12,40	42	76	42	2,27	18,53
12,60	38	68	38	2,00	19,00
12,80	40	74	40	2,27	17,65
13,00	38	72	38	2,27	16,76
13,20	38	68	38	2,00	19,00
13,40	36	64	36	1,87	19,29
13,60	36	60	36	1,60	22,50
13,80	32	56	32	1,60	20,00
14,00	24	44	24	1,33	18,00
14,20	22	40	22	1,20	18,33
14,40	20	36	20	1,07	18,75
14,60	20	38	20	1,20	16,67
14,80	22	42	22	1,33	16,50
15,00	26	48	26	1,47	17,73

Prof. (m)	P (kg/cm ²)	P + L (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	RI (kg/cm ²)	Rp/RI [-]
15,20					
15,40					
15,60					
15,80					
16,00					
16,20					
16,40					
16,60					
16,80					
17,00					
17,20					
17,40					
17,60					
17,80					
18,00					
18,20					
18,40					
18,60					
18,80					
19,00					
19,20					
19,40					
19,60					
19,80					
20,00					
20,20					
20,40					
20,60					
20,80					
21,00					
21,20					
21,40					
21,60					
21,80					
22,00					
22,20					
22,40					
22,60					
22,80					
23,00					
23,20					
23,40					
23,60					
23,80					
24,00					
24,20					
24,40					
24,60					
24,80					
25,00					
25,20					
25,40					
25,60					
25,80					
26,00					
26,20					
26,40					
26,60					
26,80					
27,00					
27,20					
27,40					
27,60					
27,80					
28,00					
28,20					
28,40					
28,60					
28,80					
29,00					
29,20					
29,40					
29,60					
29,80					
30,00					



Via AUSTRIA, 24 - 41100 MODENA

Telefono 059/313999

Telefax 059/454827



PROVA PENETROMETRICA STATICA

Penetrometro Gouda

Certificato n. : **629/10**

Data emissione: 19/05/10

Committente : C/O DOTT. FRANCHI VALERIANO

Località : PSC COMUNE DI BOMPORTO

Prova numero : 6

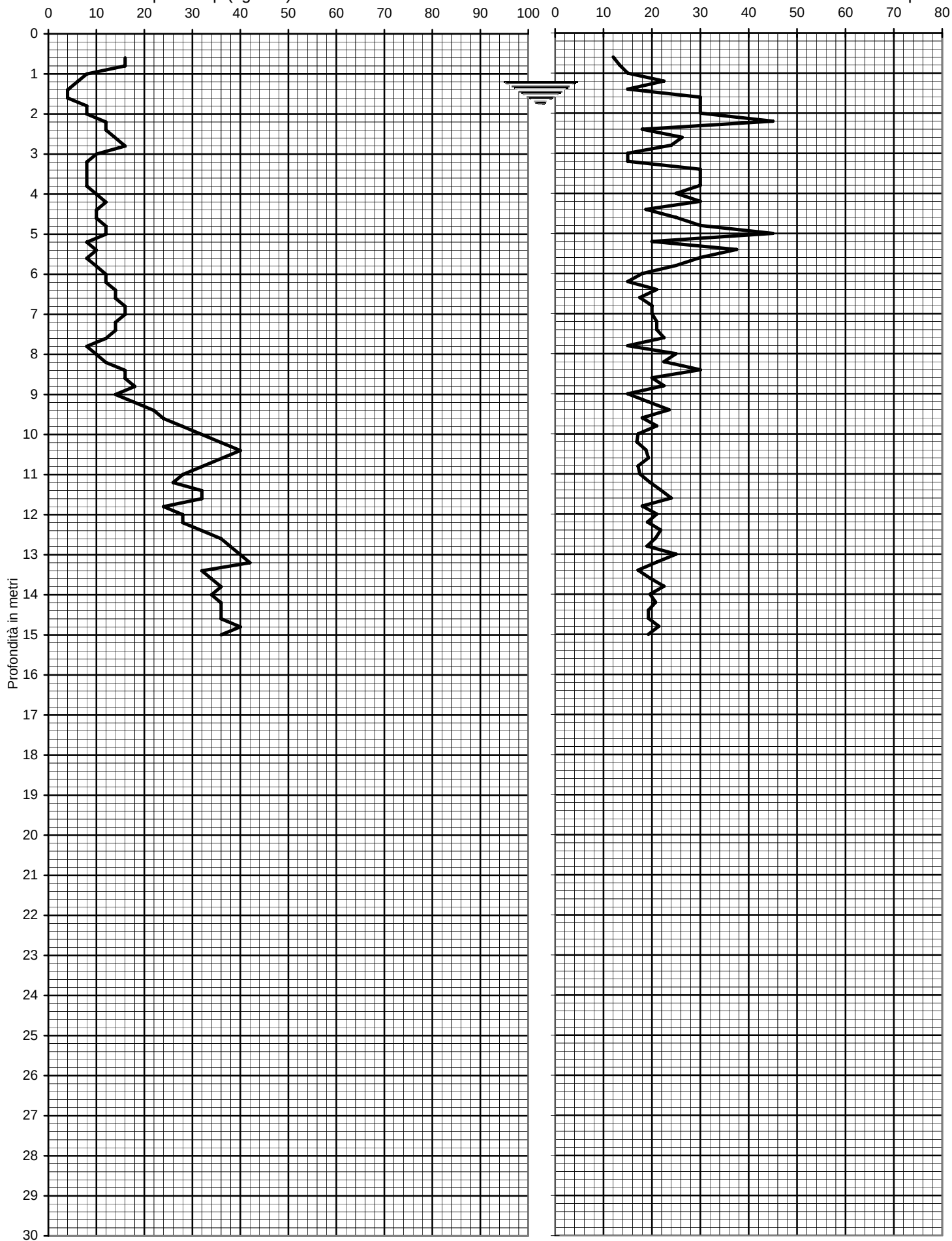
Data : 19/05/2010

Operatore : DR. REBECCHI

Quota : P.C.

Resistenza alla punta R_p (kg/cm²)

Rp/RI



Prof. (m)	P (kg/cm ²)	P + L (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	RI (kg/cm ²)	Rp/RI [-]
0,20					
0,40					
0,60	16	36	16	1,33	12,00
0,80	16	34	16	1,20	13,33
1,00	8	16	8	0,53	15,00
1,20	6	10	6	0,27	22,50
1,40	4	8	4	0,27	15,00
1,60	4	6	4	0,13	30,00
1,80	8	12	8	0,27	30,00
2,00	8	12	8	0,27	30,00
2,20	12	16	12	0,27	45,00
2,40	12	22	12	0,67	18,00
2,60	14	22	14	0,53	26,25
2,80	16	26	16	0,67	24,00
3,00	10	20	10	0,67	15,00
3,20	8	16	8	0,53	15,00
3,40	8	12	8	0,27	30,00
3,60	8	12	8	0,27	30,00
3,80	8	12	8	0,27	30,00
4,00	10	16	10	0,40	25,00
4,20	12	18	12	0,40	30,00
4,40	10	18	10	0,53	18,75
4,60	10	16	10	0,40	25,00
4,80	12	18	12	0,40	30,00
5,00	12	16	12	0,27	45,00
5,20	8	14	8	0,40	20,00
5,40	10	14	10	0,27	37,50
5,60	8	12	8	0,27	30,00
5,80	10	16	10	0,40	25,00
6,00	12	22	12	0,67	18,00
6,20	12	24	12	0,80	15,00
6,40	14	24	14	0,67	21,00
6,60	14	26	14	0,80	17,50
6,80	16	28	16	0,80	20,00
7,00	16	28	16	0,80	20,00
7,20	14	24	14	0,67	21,00
7,40	14	24	14	0,67	21,00
7,60	12	20	12	0,53	22,50
7,80	8	16	8	0,53	15,00
8,00	10	16	10	0,40	25,00
8,20	12	20	12	0,53	22,50
8,40	16	24	16	0,53	30,00
8,60	16	28	16	0,80	20,00
8,80	18	30	18	0,80	22,50
9,00	14	28	14	0,93	15,00
9,20	18	32	18	0,93	19,29
9,40	22	36	22	0,93	23,57
9,60	24	44	24	1,33	18,00
9,80	28	48	28	1,33	21,00
10,00	32	60	32	1,87	17,14
10,20	36	68	36	2,13	16,88
10,40	40	72	40	2,13	18,75
10,60	36	64	36	1,87	19,29
10,80	32	60	32	1,87	17,14
11,00	28	52	28	1,60	17,50
11,20	26	46	26	1,33	19,50
11,40	32	54	32	1,47	21,82
11,60	32	52	32	1,33	24,00
11,80	24	44	24	1,33	18,00
12,00	28	48	28	1,33	21,00
12,20	28	50	28	1,47	19,09
12,40	32	54	32	1,47	21,82
12,60	36	62	36	1,73	20,77
12,80	38	68	38	2,00	19,00
13,00	40	64	40	1,60	25,00
13,20	42	72	42	2,00	21,00
13,40	32	60	32	1,87	17,14
13,60	34	60	34	1,73	19,62
13,80	36	60	36	1,60	22,50
14,00	34	60	34	1,73	19,62
14,20	36	62	36	1,73	20,77
14,40	36	64	36	1,87	19,29
14,60	36	64	36	1,87	19,29
14,80	40	68	40	1,87	21,43
15,00	36	64	36	1,87	19,29

Prof. (m)	P (kg/cm ²)	P + L (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	RI (kg/cm ²)	Rp/RI [-]
15,20					
15,40					
15,60					
15,80					
16,00					
16,20					
16,40					
16,60					
16,80					
17,00					
17,20					
17,40					
17,60					
17,80					
18,00					
18,20					
18,40					
18,60					
18,80					
19,00					
19,20					
19,40					
19,60					
19,80					
20,00					
20,20					
20,40					
20,60					
20,80					
21,00					
21,20					
21,40					
21,60					
21,80					
22,00					
22,20					
22,40					
22,60					
22,80					
23,00					
23,20					
23,40					
23,60					
23,80					
24,00					
24,20					
24,40					
24,60					
24,80					
25,00					
25,20					
25,40					
25,60					
25,80					
26,00					
26,20					
26,40					
26,60					
26,80					
27,00					
27,20					
27,40					
27,60					
27,80					
28,00					
28,20					
28,40					
28,60					
28,80					
29,00					
29,20					
29,40					
29,60					
29,80					
30,00					



Via AUSTRIA, 24 - 41100 MODENA

Telefono 059/313999

Telefax 059/454827



PROVA PENETROMETRICA STATICA

Penetrometro Gouda

Certificato n. : **630/10**

Data emissione: 19/05/10

Committente : C/O DOTT. FRANCHI VALERIANO

Località : PSC COMUNE DI BOMPORTO

Prova numero : 7

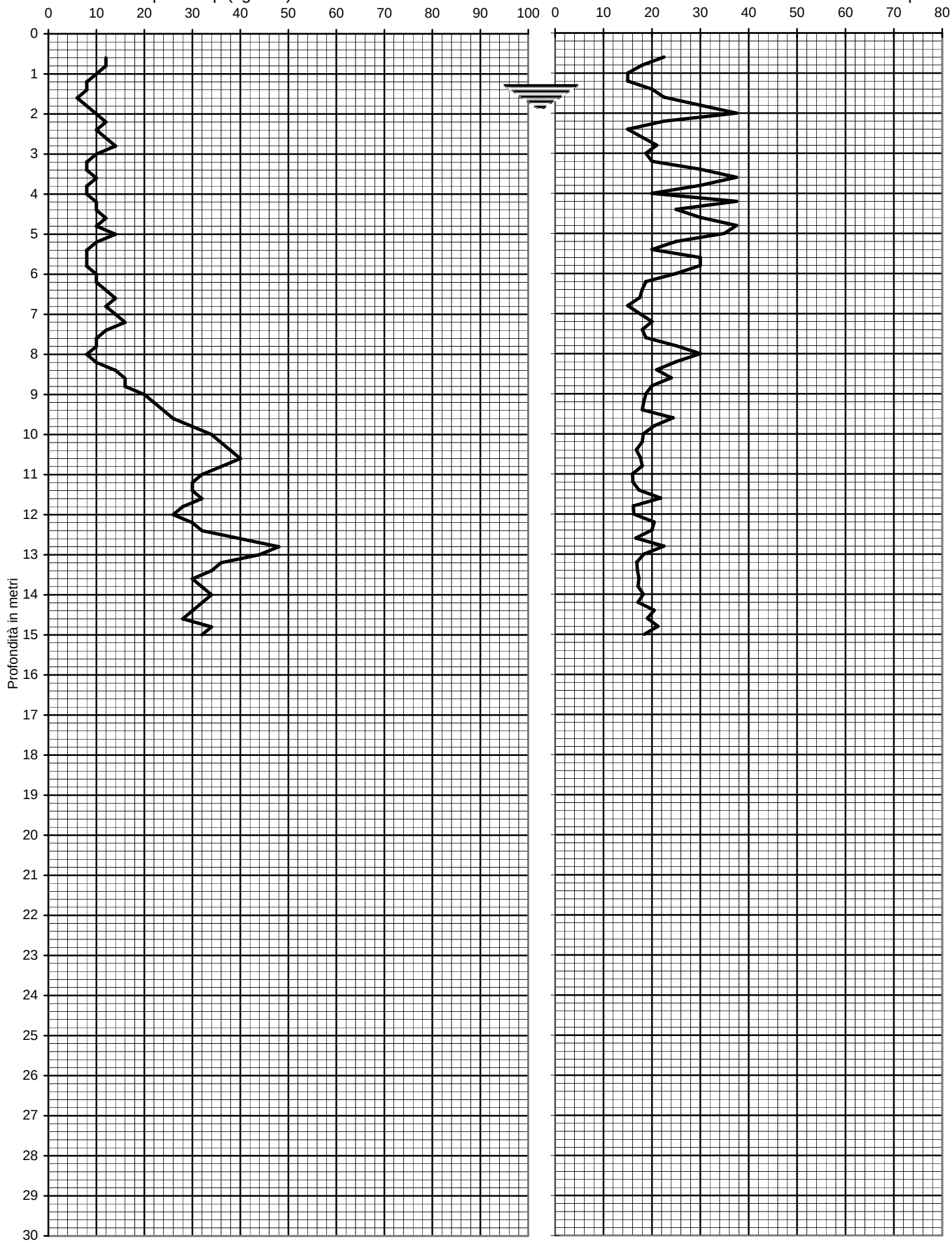
Data : 19/05/2010

Operatore : DR. REBECCHI

Quota : P.C.

Resistenza alla punta R_p (kg/cm²)

Rp/RI



Prof. (m)	P (kg/cm ²)	P + L (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	RI (kg/cm ²)	Rp/RI [-]
0,20					
0,40					
0,60	12	20	12	0,53	22,50
0,80	12	22	12	0,67	18,00
1,00	10	20	10	0,67	15,00
1,20	8	16	8	0,53	15,00
1,40	8	14	8	0,40	20,00
1,60	6	10	6	0,27	22,50
1,80	8	12	8	0,27	30,00
2,00	10	14	10	0,27	37,50
2,20	12	20	12	0,53	22,50
2,40	10	20	10	0,67	15,00
2,60	12	22	12	0,67	18,00
2,80	14	24	14	0,67	21,00
3,00	10	18	10	0,53	18,75
3,20	8	14	8	0,40	20,00
3,40	8	12	8	0,27	30,00
3,60	10	14	10	0,27	37,50
3,80	8	12	8	0,27	30,00
4,00	8	14	8	0,40	20,00
4,20	10	14	10	0,27	37,50
4,40	10	16	10	0,40	25,00
4,60	12	18	12	0,40	30,00
4,80	10	14	10	0,27	37,50
5,00	14	20	14	0,40	35,00
5,20	10	16	10	0,40	25,00
5,40	8	14	8	0,40	20,00
5,60	8	12	8	0,27	30,00
5,80	8	12	8	0,27	30,00
6,00	10	16	10	0,40	25,00
6,20	10	18	10	0,53	18,75
6,40	12	22	12	0,67	18,00
6,60	14	26	14	0,80	17,50
6,80	12	24	12	0,80	15,00
7,00	14	26	14	0,80	17,50
7,20	16	28	16	0,80	20,00
7,40	12	22	12	0,67	18,00
7,60	10	18	10	0,53	18,75
7,80	10	16	10	0,40	25,00
8,00	8	12	8	0,27	30,00
8,20	10	16	10	0,40	25,00
8,40	14	24	14	0,67	21,00
8,60	16	26	16	0,67	24,00
8,80	16	28	16	0,80	20,00
9,00	20	36	20	1,07	18,75
9,20	22	40	22	1,20	18,33
9,40	24	44	24	1,33	18,00
9,60	26	42	26	1,07	24,38
9,80	30	52	30	1,47	20,45
10,00	34	62	34	1,87	18,21
10,20	36	66	36	2,00	18,00
10,40	38	72	38	2,27	16,76
10,60	40	74	40	2,27	17,65
10,80	36	66	36	2,00	18,00
11,00	32	62	32	2,00	16,00
11,20	30	58	30	1,87	16,07
11,40	30	56	30	1,73	17,31
11,60	32	54	32	1,47	21,82
11,80	28	54	28	1,73	16,15
12,00	26	50	26	1,60	16,25
12,20	30	52	30	1,47	20,45
12,40	32	56	32	1,60	20,00
12,60	40	76	40	2,40	16,67
12,80	48	80	48	2,13	22,50
13,00	44	80	44	2,40	18,33
13,20	36	68	36	2,13	16,88
13,40	34	64	34	2,00	17,00
13,60	30	56	30	1,73	17,31
13,80	32	60	32	1,87	17,14
14,00	34	62	34	1,87	18,21
14,20	32	60	32	1,87	17,14
14,40	30	52	30	1,47	20,45
14,60	28	50	28	1,47	19,09
14,80	34	58	34	1,60	21,25
15,00	32	58	32	1,73	18,46

Prof. (m)	P (kg/cm ²)	P + L (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	RI (kg/cm ²)	Rp/RI [-]
15,20					
15,40					
15,60					
15,80					
16,00					
16,20					
16,40					
16,60					
16,80					
17,00					
17,20					
17,40					
17,60					
17,80					
18,00					
18,20					
18,40					
18,60					
18,80					
19,00					
19,20					
19,40					
19,60					
19,80					
20,00					
20,20					
20,40					
20,60					
20,80					
21,00					
21,20					
21,40					
21,60					
21,80					
22,00					
22,20					
22,40					
22,60					
22,80					
23,00					
23,20					
23,40					
23,60					
23,80					
24,00					
24,20					
24,40					
24,60					
24,80					
25,00					
25,20					
25,40					
25,60					
25,80					
26,00					
26,20					
26,40					
26,60					
26,80					
27,00					
27,20					
27,40					
27,60					
27,80					
28,00					
28,20					
28,40					
28,60					
28,80					
29,00					
29,20					
29,40					
29,60					
29,80					
30,00					



Via AUSTRIA, 24 - 41100 MODENA

Telefono 059/313999

Telefax 059/454827



PROVA PENETROMETRICA STATICA

Penetrometro Gouda

Certificato n. : **622/10**

Data emissione: 19/05/10

Committente : C/O DOTT. FRANCHI VALERIANO

Località : PSC COMUNE DI BOMPORTO

Prova numero : 8

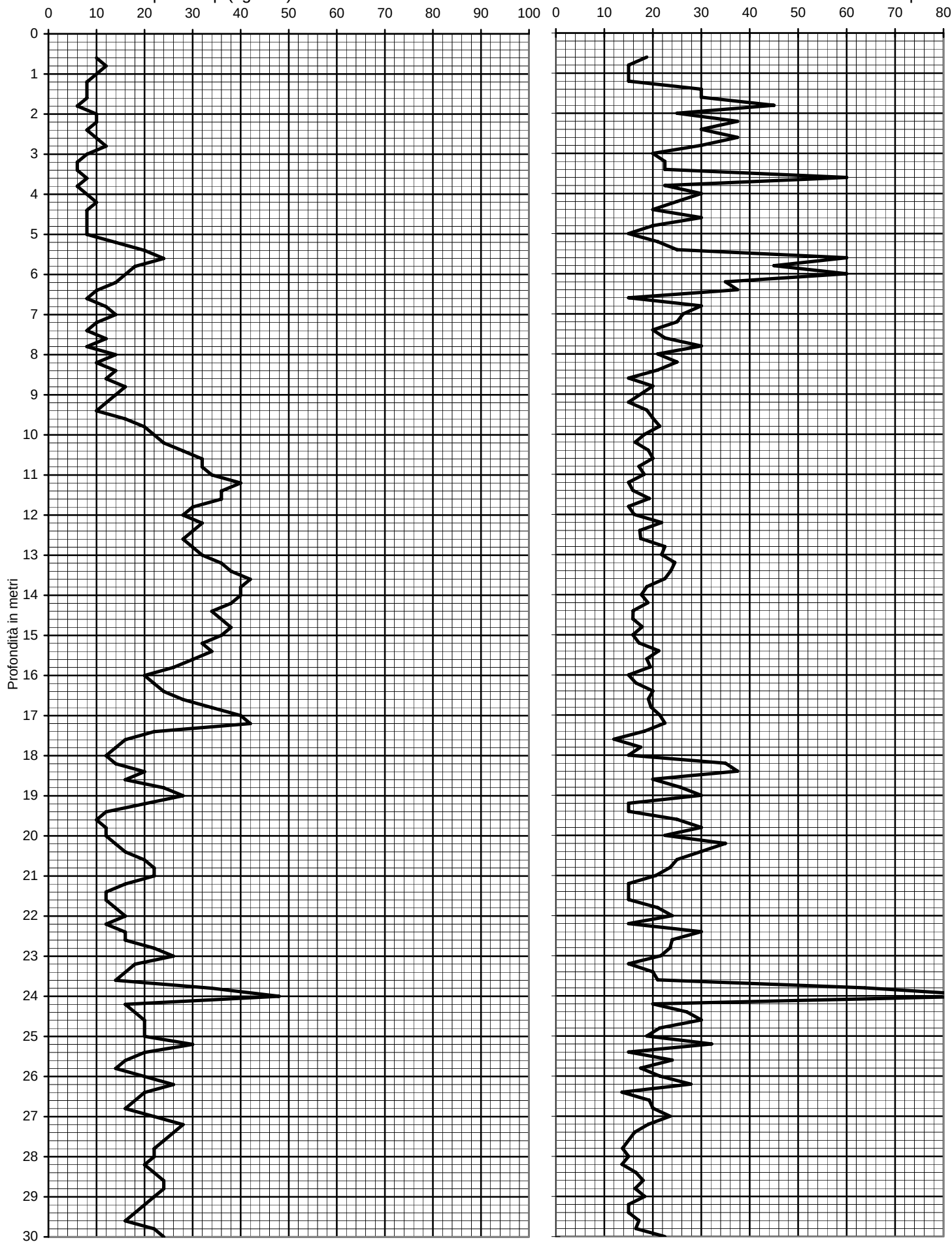
Data : 17/05/2010

Operatore : DR. REBECCHI

Quota : P.C.

Resistenza alla punta R_p (kg/cm²)

Rp/RI



Prof. (m)	P (kg/cm ²)	P + L (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	RI (kg/cm ²)	Rp/RI [-]
0,20					
0,40					
0,60	10	18	10	0,53	18,75
0,80	12	24	12	0,80	15,00
1,00	10	20	10	0,67	15,00
1,20	8	16	8	0,53	15,00
1,40	8	12	8	0,27	30,00
1,60	8	12	8	0,27	30,00
1,80	6	8	6	0,13	45,00
2,00	10	16	10	0,40	25,00
2,20	10	14	10	0,27	37,50
2,40	8	12	8	0,27	30,00
2,60	10	14	10	0,27	37,50
2,80	12	18	12	0,40	30,00
3,00	8	14	8	0,40	20,00
3,20	6	10	6	0,27	22,50
3,40	6	10	6	0,27	22,50
3,60	8	10	8	0,13	60,00
3,80	6	10	6	0,27	22,50
4,00	8	12	8	0,27	30,00
4,20	10	16	10	0,40	25,00
4,40	8	14	8	0,40	20,00
4,60	8	12	8	0,27	30,00
4,80	8	14	8	0,40	20,00
5,00	8	16	8	0,53	15,00
5,20	14	24	14	0,67	21,00
5,40	20	32	20	0,80	25,00
5,60	24	30	24	0,40	60,00
5,80	18	24	18	0,40	45,00
6,00	16	20	16	0,27	60,00
6,20	14	20	14	0,40	35,00
6,40	10	14	10	0,27	37,50
6,60	8	16	8	0,53	15,00
6,80	12	18	12	0,40	30,00
7,00	14	22	14	0,53	26,25
7,20	10	16	10	0,40	25,00
7,40	8	14	8	0,40	20,00
7,60	12	20	12	0,53	22,50
7,80	8	12	8	0,27	30,00
8,00	14	24	14	0,67	21,00
8,20	10	16	10	0,40	25,00
8,40	14	24	14	0,67	21,00
8,60	12	24	12	0,80	15,00
8,80	16	28	16	0,80	20,00
9,00	14	26	14	0,80	17,50
9,20	12	24	12	0,80	15,00
9,40	10	18	10	0,53	18,75
9,60	16	28	16	0,80	20,00
9,80	20	34	20	0,93	21,43
10,00	22	40	22	1,20	18,33
10,20	24	46	24	1,47	16,36
10,40	28	50	28	1,47	19,09
10,60	32	56	32	1,60	20,00
10,80	32	60	32	1,87	17,14
11,00	34	62	34	1,87	18,21
11,20	40	80	40	2,67	15,00
11,40	36	70	36	2,27	15,88
11,60	36	64	36	1,87	19,29
11,80	30	60	30	2,00	15,00
12,00	28	54	28	1,73	16,15
12,20	32	54	32	1,47	21,82
12,40	30	56	30	1,73	17,31
12,60	28	52	28	1,60	17,50
12,80	30	50	30	1,33	22,50
13,00	32	54	32	1,47	21,82
13,20	36	58	36	1,47	24,55
13,40	38	62	38	1,60	23,75
13,60	42	70	42	1,87	22,50
13,80	40	72	40	2,13	18,75
14,00	40	74	40	2,27	17,65
14,20	38	68	38	2,00	19,00
14,40	34	66	34	2,13	15,94
14,60	36	70	36	2,27	15,88
14,80	38	70	38	2,13	17,81
15,00	36	70	36	2,27	15,88

Prof. (m)	P (kg/cm ²)	P + L (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	RI (kg/cm ²)	Rp/RI [-]
15,20	32	60	32	1,87	17,14
15,40	34	58	34	1,60	21,25
15,60	30	54	30	1,60	18,75
15,80	26	46	26	1,33	19,50
16,00	20	40	20	1,33	15,00
16,20	22	42	22	1,33	16,50
16,40	24	42	24	1,20	20,00
16,60	28	50	28	1,47	19,09
16,80	34	60	34	1,73	19,62
17,00	40	68	40	1,87	21,43
17,20	42	70	42	1,87	22,50
17,40	22	40	22	1,20	18,33
17,60	16	36	16	1,33	12,00
17,80	14	26	14	0,80	17,50
18,00	12	24	12	0,80	15,00
18,20	14	20	14	0,40	35,00
18,40	20	28	20	0,53	37,50
18,60	16	28	16	0,80	20,00
18,80	24	38	24	0,93	25,71
19,00	28	42	28	0,93	30,00
19,20	20	40	20	1,33	15,00
19,40	12	24	12	0,80	15,00
19,60	10	16	10	0,40	25,00
19,80	12	18	12	0,40	30,00
20,00	12	20	12	0,53	22,50
20,20	14	20	14	0,40	35,00
20,40	16	24	16	0,53	30,00
20,60	20	32	20	0,80	25,00
20,80	22	36	22	0,93	23,57
21,00	22	38	22	1,07	20,63
21,20	16	32	16	1,07	15,00
21,40	12	24	12	0,80	15,00
21,60	12	24	12	0,80	15,00
21,80	14	24	14	0,67	21,00
22,00	16	26	16	0,67	24,00
22,20	12	24	12	0,80	15,00
22,40	16	24	16	0,53	30,00
22,60	16	26	16	0,67	24,00
22,80	22	36	22	0,93	23,57
23,00	26	44	26	1,20	21,67
23,20	18	36	18	1,20	15,00
23,40	16	28	16	0,80	20,00
23,60	14	24	14	0,67	21,00
23,80	34	42	34	0,53	63,75
24,00	48	56	48	0,53	90,00
24,20	16	28	16	0,80	20,00
24,40	18	28	18	0,67	27,00
24,60	20	30	20	0,67	30,00
24,80	20	34	20	0,93	21,43
25,00	20	36	20	1,07	18,75
25,20	30	44	30	0,93	32,14
25,40	20	40	20	1,33	15,00
25,60	16	26	16	0,67	24,00
25,80	14	26	14	0,80	17,50
26,00	20	34	20	0,93	21,43
26,20	26	40	26	0,93	27,86
26,40	20	42	20	1,47	13,64
26,60	18	32	18	0,93	19,29
26,80	16	28	16	0,80	20,00
27,00	22	36	22	0,93	23,57
27,20	28	50	28	1,47	19,09
27,40	26	50	26	1,60	16,25
27,60	24	48	24	1,60	15,00
27,80	22	46	22	1,60	13,75
28,00	22	44	22	1,47	15,00
28,20	20	42	20	1,47	13,64
28,40	22	42	22	1,33	16,50
28,60	24	44	24	1,33	18,00
28,80	24	46	24	1,47	16,36
29,00	22	40	22	1,20	18,33
29,20	20	40	20	1,33	15,00
29,40	18	36	18	1,20	15,00
29,60	16	30	16	0,93	17,14
29,80	22	42	22	1,33	16,50
30,00	24	40	24	1,07	22,50



Via AUSTRIA, 24 - 41100 MODENA

Telefono 059/313999

Telefax 059/454827



PROVA PENETROMETRICA STATICA

Penetrometro Gouda

Certificato n. : **635/10**

Data emissione: 20/05/10

Committente : C/O DOTT. FRANCHI VALERIANO

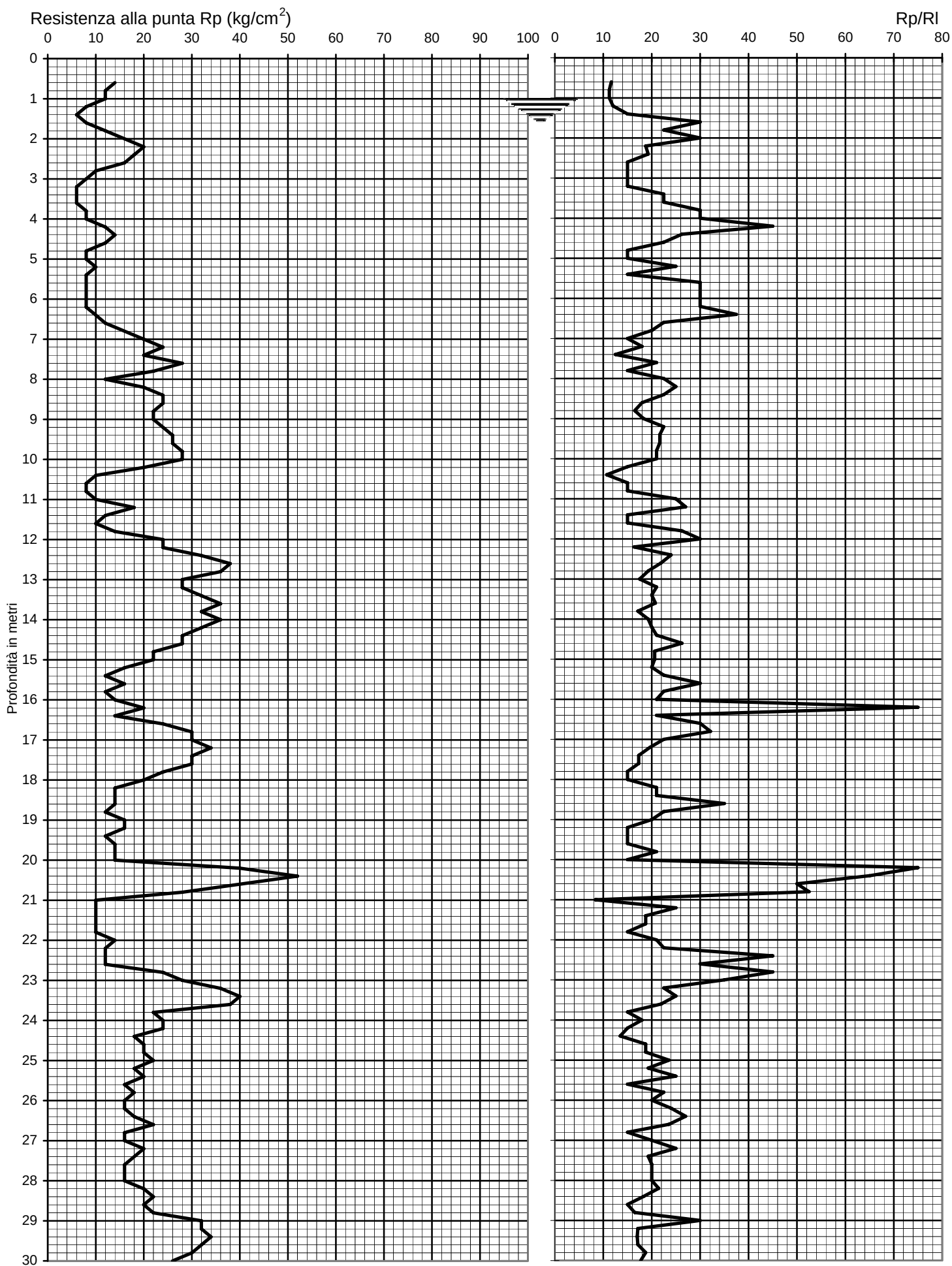
Località : PSC COMUNE DI BOMPORTO

Prova numero : 9

Data : 20/05/2010

Operatore : DR. REBECCHI

Quota : P.C.



Prof. (m)	P (kg/cm ²)	P + L (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	RI (kg/cm ²)	Rp/RI [-]
0,20					
0,40					
0,60	14	32	14	1,20	11,67
0,80	12	28	12	1,07	11,25
1,00	12	28	12	1,07	11,25
1,20	8	18	8	0,67	12,00
1,40	6	12	6	0,40	15,00
1,60	8	12	8	0,27	30,00
1,80	12	20	12	0,53	22,50
2,00	16	24	16	0,53	30,00
2,20	20	36	20	1,07	18,75
2,40	18	32	18	0,93	19,29
2,60	16	32	16	1,07	15,00
2,80	10	20	10	0,67	15,00
3,00	8	16	8	0,53	15,00
3,20	6	12	6	0,40	15,00
3,40	6	10	6	0,27	22,50
3,60	6	10	6	0,27	22,50
3,80	8	12	8	0,27	30,00
4,00	8	12	8	0,27	30,00
4,20	12	16	12	0,27	45,00
4,40	14	22	14	0,53	26,25
4,60	12	20	12	0,53	22,50
4,80	8	16	8	0,53	15,00
5,00	8	16	8	0,53	15,00
5,20	10	16	10	0,40	25,00
5,40	8	16	8	0,53	15,00
5,60	8	12	8	0,27	30,00
5,80	8	12	8	0,27	30,00
6,00	8	12	8	0,27	30,00
6,20	8	12	8	0,27	30,00
6,40	10	14	10	0,27	37,50
6,60	12	20	12	0,53	22,50
6,80	16	28	16	0,80	20,00
7,00	20	40	20	1,33	15,00
7,20	24	44	24	1,33	18,00
7,40	20	44	20	1,60	12,50
7,60	28	48	28	1,33	21,00
7,80	22	44	22	1,47	15,00
8,00	12	20	12	0,53	22,50
8,20	20	32	20	0,80	25,00
8,40	24	40	24	1,07	22,50
8,60	24	44	24	1,33	18,00
8,80	22	42	22	1,33	16,50
9,00	22	40	22	1,20	18,33
9,20	24	40	24	1,07	22,50
9,40	26	44	26	1,20	21,67
9,60	26	44	26	1,20	21,67
9,80	28	48	28	1,33	21,00
10,00	28	48	28	1,33	21,00
10,20	20	40	20	1,33	15,00
10,40	10	24	10	0,93	10,71
10,60	8	16	8	0,53	15,00
10,80	8	16	8	0,53	15,00
11,00	10	16	10	0,40	25,00
11,20	18	28	18	0,67	27,00
11,40	12	24	12	0,80	15,00
11,60	10	20	10	0,67	15,00
11,80	14	22	14	0,53	26,25
12,00	24	36	24	0,80	30,00
12,20	24	46	24	1,47	16,36
12,40	32	52	32	1,33	24,00
12,60	38	64	38	1,73	21,92
12,80	36	64	36	1,87	19,29
13,00	28	52	28	1,60	17,50
13,20	28	48	28	1,33	21,00
13,40	32	56	32	1,60	20,00
13,60	36	62	36	1,73	20,77
13,80	32	60	32	1,87	17,14
14,00	36	64	36	1,87	19,29
14,20	32	56	32	1,60	20,00
14,40	28	48	28	1,33	21,00
14,60	28	44	28	1,07	26,25
14,80	22	38	22	1,07	20,63
15,00	22	38	22	1,07	20,63

Prof. (m)	P (kg/cm ²)	P + L (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	RI (kg/cm ²)	Rp/RI [-]
15,20	16	28	16	0,80	20,00
15,40	12	20	12	0,53	22,50
15,60	16	24	16	0,53	30,00
15,80	12	20	12	0,53	22,50
16,00	14	24	14	0,67	21,00
16,20	20	24	20	0,27	75,00
16,40	14	24	14	0,67	21,00
16,60	24	36	24	0,80	30,00
16,80	30	44	30	0,93	32,14
17,00	30	50	30	1,33	22,50
17,20	34	60	34	1,73	19,62
17,40	30	56	30	1,73	17,31
17,60	30	56	30	1,73	17,31
17,80	24	48	24	1,60	15,00
18,00	20	40	20	1,33	15,00
18,20	14	24	14	0,67	21,00
18,40	14	24	14	0,67	21,00
18,60	14	20	14	0,40	35,00
18,80	12	20	12	0,53	22,50
19,00	16	28	16	0,80	20,00
19,20	16	32	16	1,07	15,00
19,40	12	24	12	0,80	15,00
19,60	14	28	14	0,93	15,00
19,80	14	24	14	0,67	21,00
20,00	14	28	14	0,93	15,00
20,20	40	48	40	0,53	75,00
20,40	52	64	52	0,80	65,00
20,60	40	52	40	0,80	50,00
20,80	28	36	28	0,53	52,50
21,00	10	28	10	1,20	8,33
21,20	10	16	10	0,40	25,00
21,40	10	18	10	0,53	18,75
21,60	10	18	10	0,53	18,75
21,80	10	20	10	0,67	15,00
22,00	14	24	14	0,67	21,00
22,20	12	20	12	0,53	22,50
22,40	12	16	12	0,27	45,00
22,60	12	18	12	0,40	30,00
22,80	24	32	24	0,53	45,00
23,00	28	40	28	0,80	35,00
23,20	36	60	36	1,60	22,50
23,40	40	64	40	1,60	25,00
23,60	38	64	38	1,73	21,92
23,80	22	44	22	1,47	15,00
24,00	24	44	24	1,33	18,00
24,20	24	48	24	1,60	15,00
24,40	18	38	18	1,33	13,50
24,60	20	36	20	1,07	18,75
24,80	20	36	20	1,07	18,75
25,00	22	36	22	0,93	23,57
25,20	18	32	18	0,93	19,29
25,40	20	32	20	0,80	25,00
25,60	16	32	16	1,07	15,00
25,80	18	30	18	0,80	22,50
26,00	16	28	16	0,80	20,00
26,20	16	26	16	0,67	24,00
26,40	18	28	18	0,67	27,00
26,60	22	36	22	0,93	23,57
26,80	16	32	16	1,07	15,00
27,00	16	28	16	0,80	20,00
27,20	20	32	20	0,80	25,00
27,40	18	32	18	0,93	19,29
27,60	16	28	16	0,80	20,00
27,80	16	28	16	0,80	20,00
28,00	16	28	16	0,80	20,00
28,20	20	34	20	0,93	21,43
28,40	22	40	22	1,20	18,33
28,60	20	40	20	1,33	15,00
28,80	22	42	22	1,33	16,50
29,00	32	48	32	1,07	30,00
29,20	32	60	32	1,87	17,14
29,40	34	64	34	2,00	17,00
29,60	32	60	32	1,87	17,14
29,80	30	54	30	1,60	18,75
30,00	26	48	26	1,47	17,73



Via AUSTRIA, 24 - 41100 MODENA

Telefono 059/313999

Telefax 059/454827



PROVA PENETROMETRICA STATICA

Penetrometro Gouda

Certificato n. : **636/10**

Data emissione: 20/05/10

Committente : C/O DOTT. FRANCHI VALERIANO

Località : PSC COMUNE DI BOMPORTO

Prova numero : 10

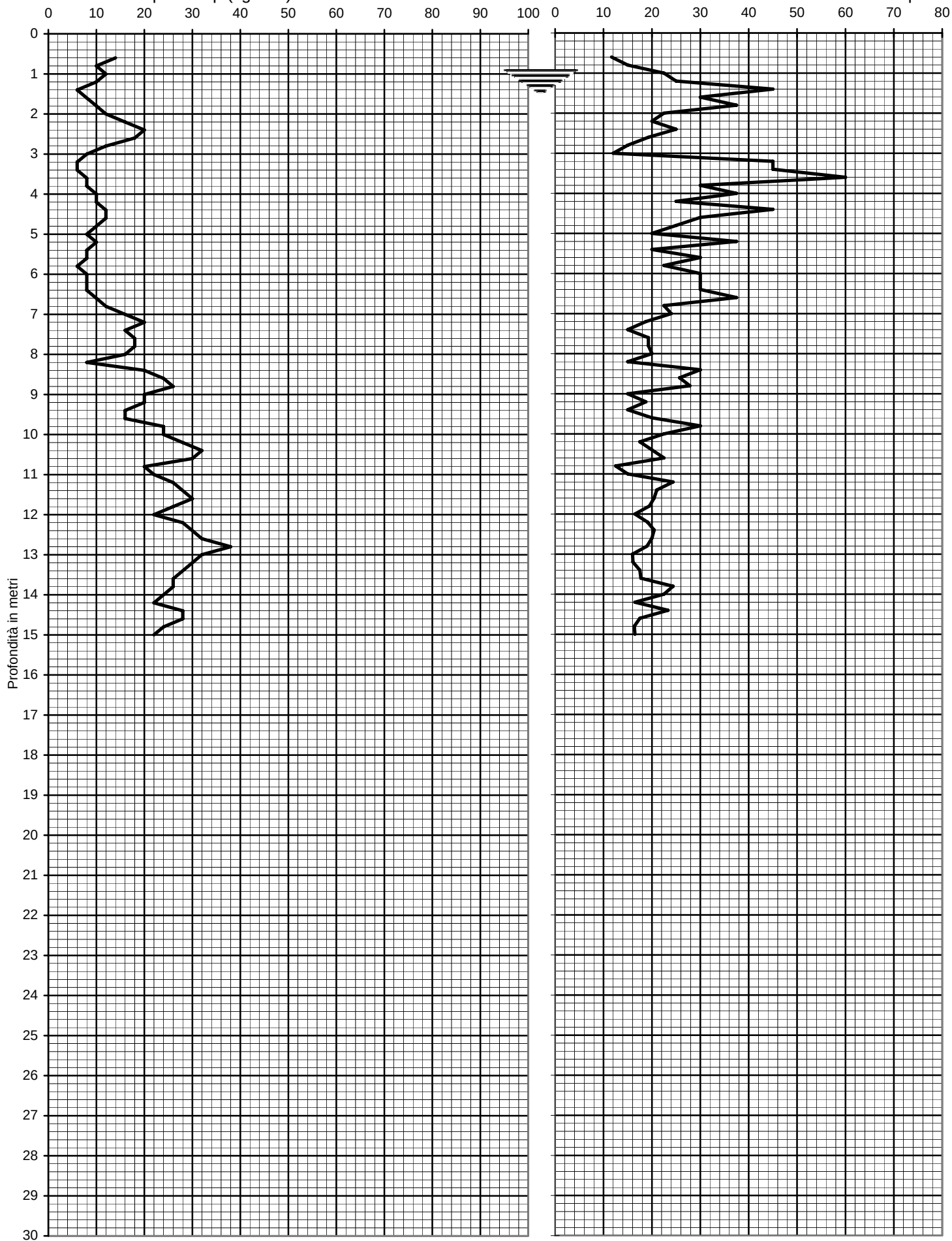
Data : 20/05/2010

Operatore : DR. REBECCHI

Quota : P.C.

Resistenza alla punta R_p (kg/cm²)

Rp/RI



Prof. (m)	P (kg/cm ²)	P + L (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	RI (kg/cm ²)	Rp/RI [-]
0,20					
0,40					
0,60	14	32	14	1,20	11,67
0,80	10	20	10	0,67	15,00
1,00	12	20	12	0,53	22,50
1,20	10	16	10	0,40	25,00
1,40	6	8	6	0,13	45,00
1,60	8	12	8	0,27	30,00
1,80	10	14	10	0,27	37,50
2,00	12	20	12	0,53	22,50
2,20	16	28	16	0,80	20,00
2,40	20	32	20	0,80	25,00
2,60	18	32	18	0,93	19,29
2,80	12	24	12	0,80	15,00
3,00	8	18	8	0,67	12,00
3,20	6	8	6	0,13	45,00
3,40	6	8	6	0,13	45,00
3,60	8	10	8	0,13	60,00
3,80	8	12	8	0,27	30,00
4,00	10	14	10	0,27	37,50
4,20	10	16	10	0,40	25,00
4,40	12	16	12	0,27	45,00
4,60	12	18	12	0,40	30,00
4,80	10	16	10	0,40	25,00
5,00	8	14	8	0,40	20,00
5,20	10	14	10	0,27	37,50
5,40	8	14	8	0,40	20,00
5,60	8	12	8	0,27	30,00
5,80	6	10	6	0,27	22,50
6,00	8	12	8	0,27	30,00
6,20	8	12	8	0,27	30,00
6,40	8	12	8	0,27	30,00
6,60	10	14	10	0,27	37,50
6,80	12	20	12	0,53	22,50
7,00	16	26	16	0,67	24,00
7,20	20	36	20	1,07	18,75
7,40	16	32	16	1,07	15,00
7,60	18	32	18	0,93	19,29
7,80	18	32	18	0,93	19,29
8,00	16	28	16	0,80	20,00
8,20	8	16	8	0,53	15,00
8,40	20	30	20	0,67	30,00
8,60	24	38	24	0,93	25,71
8,80	26	40	26	0,93	27,86
9,00	20	40	20	1,33	15,00
9,20	20	36	20	1,07	18,75
9,40	16	32	16	1,07	15,00
9,60	16	28	16	0,80	20,00
9,80	24	36	24	0,80	30,00
10,00	24	40	24	1,07	22,50
10,20	28	52	28	1,60	17,50
10,40	32	56	32	1,60	20,00
10,60	30	50	30	1,33	22,50
10,80	20	44	20	1,60	12,50
11,00	22	44	22	1,47	15,00
11,20	26	42	26	1,07	24,38
11,40	28	48	28	1,33	21,00
11,60	30	52	30	1,47	20,45
11,80	26	46	26	1,33	19,50
12,00	22	42	22	1,33	16,50
12,20	28	50	28	1,47	19,09
12,40	30	52	30	1,47	20,45
12,60	32	56	32	1,60	20,00
12,80	38	68	38	2,00	19,00
13,00	32	62	32	2,00	16,00
13,20	30	58	30	1,87	16,07
13,40	28	52	28	1,60	17,50
13,60	26	48	26	1,47	17,73
13,80	26	42	26	1,07	24,38
14,00	24	40	24	1,07	22,50
14,20	22	42	22	1,33	16,50
14,40	28	46	28	1,20	23,33
14,60	28	52	28	1,60	17,50
14,80	24	46	24	1,47	16,36
15,00	22	42	22	1,33	16,50

Prof. (m)	P (kg/cm ²)	P + L (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	RI (kg/cm ²)	Rp/RI [-]
15,20					
15,40					
15,60					
15,80					
16,00					
16,20					
16,40					
16,60					
16,80					
17,00					
17,20					
17,40					
17,60					
17,80					
18,00					
18,20					
18,40					
18,60					
18,80					
19,00					
19,20					
19,40					
19,60					
19,80					
20,00					
20,20					
20,40					
20,60					
20,80					
21,00					
21,20					
21,40					
21,60					
21,80					
22,00					
22,20					
22,40					
22,60					
22,80					
23,00					
23,20					
23,40					
23,60					
23,80					
24,00					
24,20					
24,40					
24,60					
24,80					
25,00					
25,20					
25,40					
25,60					
25,80					
26,00					
26,20					
26,40					
26,60					
26,80					
27,00					
27,20					
27,40					
27,60					
27,80					
28,00					
28,20					
28,40					
28,60					
28,80					
29,00					
29,20					
29,40					
29,60					
29,80					
30,00					



Via AUSTRIA, 24 - 41100 MODENA

Telefono 059/313999
Telefax 059/454827



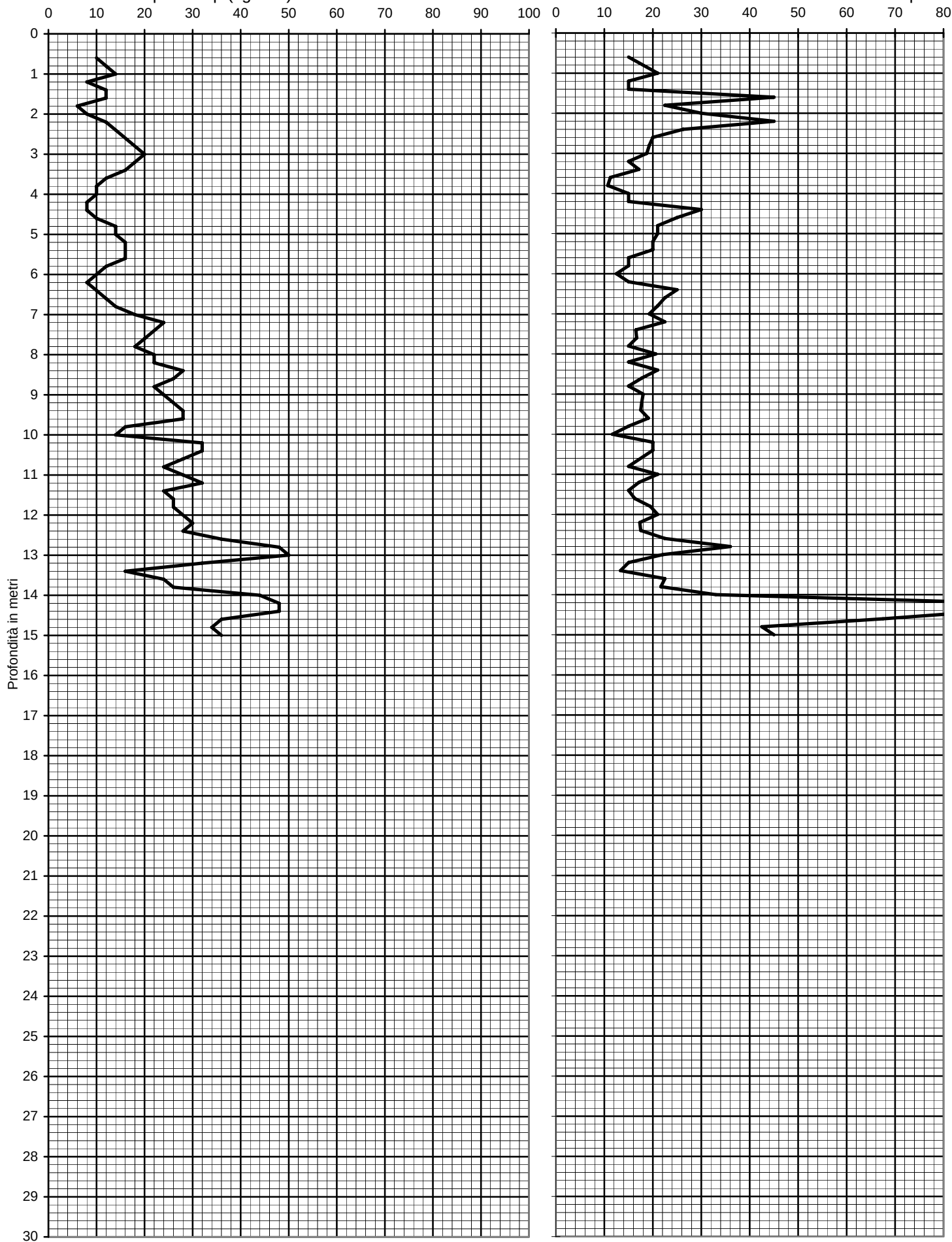
PROVA PENETROMETRICA STATICA
Penetrometro Gouda

Certificato n. : **637/10** Data emissione: 20/05/10

Committente : C/O DOTT. FRANCHI VALERIANO
Località : PSC COMUNE DI BOMPORTO
Prova numero : 11
Data : 20/05/2010
Operatore : DR. REBECCHI
Quota : P.C.

Resistenza alla punta R_p (kg/cm²)

Rp/RI



Prof. (m)	P (kg/cm ²)	P + L (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	RI (kg/cm ²)	Rp/RI [-]
0,20					
0,40					
0,60	10	20	10	0,67	15,00
0,80	12	22	12	0,67	18,00
1,00	14	24	14	0,67	21,00
1,20	8	16	8	0,53	15,00
1,40	12	24	12	0,80	15,00
1,60	12	16	12	0,27	45,00
1,80	6	10	6	0,27	22,50
2,00	8	12	8	0,27	30,00
2,20	12	16	12	0,27	45,00
2,40	14	22	14	0,53	26,25
2,60	16	28	16	0,80	20,00
2,80	18	32	18	0,93	19,29
3,00	20	36	20	1,07	18,75
3,20	18	36	18	1,20	15,00
3,40	16	30	16	0,93	17,14
3,60	12	28	12	1,07	11,25
3,80	10	24	10	0,93	10,71
4,00	10	20	10	0,67	15,00
4,20	8	16	8	0,53	15,00
4,40	8	12	8	0,27	30,00
4,60	10	16	10	0,40	25,00
4,80	14	24	14	0,67	21,00
5,00	14	24	14	0,67	21,00
5,20	16	28	16	0,80	20,00
5,40	16	28	16	0,80	20,00
5,60	16	32	16	1,07	15,00
5,80	12	24	12	0,80	15,00
6,00	10	22	10	0,80	12,50
6,20	8	16	8	0,53	15,00
6,40	10	16	10	0,40	25,00
6,60	12	20	12	0,53	22,50
6,80	14	24	14	0,67	21,00
7,00	18	32	18	0,93	19,29
7,20	24	40	24	1,07	22,50
7,40	22	42	22	1,33	16,50
7,60	20	38	20	1,20	16,67
7,80	18	36	18	1,20	15,00
8,00	22	38	22	1,07	20,63
8,20	22	44	22	1,47	15,00
8,40	28	48	28	1,33	21,00
8,60	26	48	26	1,47	17,73
8,80	22	44	22	1,47	15,00
9,00	24	44	24	1,33	18,00
9,20	26	48	26	1,47	17,73
9,40	28	52	28	1,60	17,50
9,60	28	50	28	1,47	19,09
9,80	16	32	16	1,07	15,00
10,00	14	32	14	1,20	11,67
10,20	32	56	32	1,60	20,00
10,40	32	56	32	1,60	20,00
10,60	28	52	28	1,60	17,50
10,80	24	48	24	1,60	15,00
11,00	28	48	28	1,33	21,00
11,20	32	60	32	1,87	17,14
11,40	24	48	24	1,60	15,00
11,60	26	50	26	1,60	16,25
11,80	26	46	26	1,33	19,50
12,00	28	48	28	1,33	21,00
12,20	30	56	30	1,73	17,31
12,40	28	52	28	1,60	17,50
12,60	36	60	36	1,60	22,50
12,80	48	68	48	1,33	36,00
13,00	50	84	50	2,27	22,06
13,20	32	64	32	2,13	15,00
13,40	16	34	16	1,20	13,33
13,60	24	40	24	1,07	22,50
13,80	26	44	26	1,20	21,67
14,00	44	64	44	1,33	33,00
14,20	48	56	48	0,53	90,00
14,40	48	56	48	0,53	90,00
14,60	36	44	36	0,53	67,50
14,80	34	46	34	0,80	42,50
15,00	36	48	36	0,80	45,00

Prof. (m)	P (kg/cm ²)	P + L (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	RI (kg/cm ²)	Rp/RI [-]
15,20					
15,40					
15,60					
15,80					
16,00					
16,20					
16,40					
16,60					
16,80					
17,00					
17,20					
17,40					
17,60					
17,80					
18,00					
18,20					
18,40					
18,60					
18,80					
19,00					
19,20					
19,40					
19,60					
19,80					
20,00					
20,20					
20,40					
20,60					
20,80					
21,00					
21,20					
21,40					
21,60					
21,80					
22,00					
22,20					
22,40					
22,60					
22,80					
23,00					
23,20					
23,40					
23,60					
23,80					
24,00					
24,20					
24,40					
24,60					
24,80					
25,00					
25,20					
25,40					
25,60					
25,80					
26,00					
26,20					
26,40					
26,60					
26,80					
27,00					
27,20					
27,40					
27,60					
27,80					
28,00					
28,20					
28,40					
28,60					
28,80					
29,00					
29,20					
29,40					
29,60					
29,80					
30,00					



Via AUSTRIA, 24 - 41100 MODENA

Telefono 059/313999

Telefax 059/454827



PROVA PENETROMETRICA STATICA

Penetrometro Gouda

Certificato n. : **623/10**

Data emissione: 19/05/10

Committente : C/O DOTT. FRANCHI VALERIANO

Località : PSC COMUNE DI BOMPORTO

Prova numero : 12

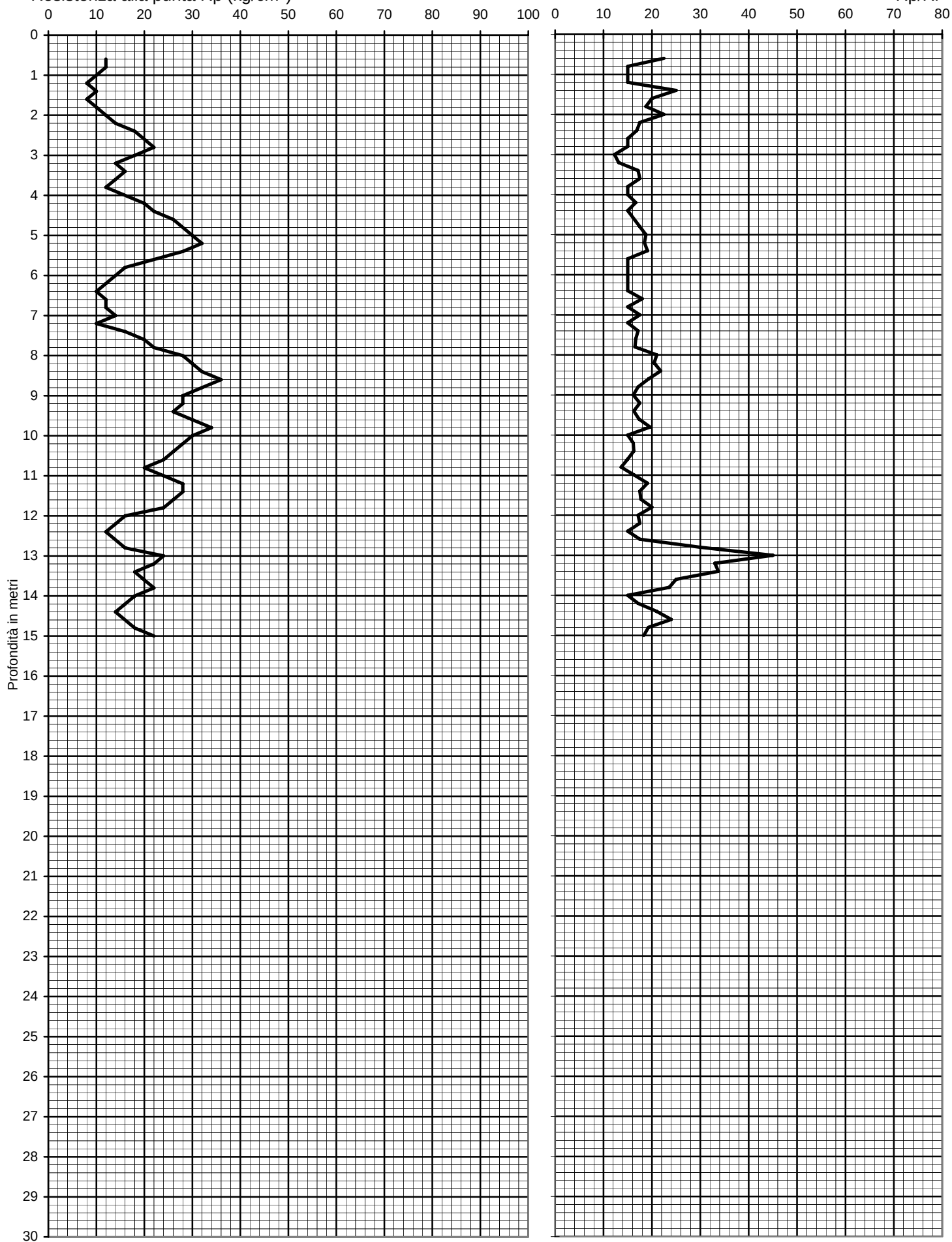
Data : 18/05/2010

Operatore : DR. REBECCHI

Quota : P.C.

Resistenza alla punta R_p (kg/cm²)

Rp/RI



Prof. (m)	P (kg/cm ²)	P + L (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	RI (kg/cm ²)	Rp/RI [-]
0,20					
0,40					
0,60	12	20	12	0,53	22,50
0,80	12	24	12	0,80	15,00
1,00	10	20	10	0,67	15,00
1,20	8	16	8	0,53	15,00
1,40	10	16	10	0,40	25,00
1,60	8	14	8	0,40	20,00
1,80	10	18	10	0,53	18,75
2,00	12	20	12	0,53	22,50
2,20	14	26	14	0,80	17,50
2,40	18	34	18	1,07	16,88
2,60	20	40	20	1,33	15,00
2,80	22	44	22	1,47	15,00
3,00	18	40	18	1,47	12,27
3,20	14	30	14	1,07	13,13
3,40	16	30	16	0,93	17,14
3,60	14	26	14	0,80	17,50
3,80	12	24	12	0,80	15,00
4,00	16	32	16	1,07	15,00
4,20	20	38	20	1,20	16,67
4,40	22	44	22	1,47	15,00
4,60	26	50	26	1,60	16,25
4,80	28	52	28	1,60	17,50
5,00	30	54	30	1,60	18,75
5,20	32	58	32	1,73	18,46
5,40	28	50	28	1,47	19,09
5,60	22	44	22	1,47	15,00
5,80	16	32	16	1,07	15,00
6,00	14	28	14	0,93	15,00
6,20	12	24	12	0,80	15,00
6,40	10	20	10	0,67	15,00
6,60	12	22	12	0,67	18,00
6,80	12	24	12	0,80	15,00
7,00	14	26	14	0,80	17,50
7,20	10	20	10	0,67	15,00
7,40	16	30	16	0,93	17,14
7,60	20	38	20	1,20	16,67
7,80	22	42	22	1,33	16,50
8,00	28	48	28	1,33	21,00
8,20	30	52	30	1,47	20,45
8,40	32	54	32	1,47	21,82
8,60	36	64	36	1,87	19,29
8,80	32	60	32	1,87	17,14
9,00	28	54	28	1,73	16,15
9,20	28	52	28	1,60	17,50
9,40	26	50	26	1,60	16,25
9,60	30	56	30	1,73	17,31
9,80	34	60	34	1,73	19,62
10,00	30	60	30	2,00	15,00
10,20	28	54	28	1,73	16,15
10,40	26	50	26	1,60	16,25
10,60	24	48	24	1,60	15,00
10,80	20	42	20	1,47	13,64
11,00	24	46	24	1,47	16,36
11,20	28	50	28	1,47	19,09
11,40	28	52	28	1,60	17,50
11,60	26	48	26	1,47	17,73
11,80	24	42	24	1,20	20,00
12,00	16	30	16	0,93	17,14
12,20	14	26	14	0,80	17,50
12,40	12	24	12	0,80	15,00
12,60	14	26	14	0,80	17,50
12,80	16	24	16	0,53	30,00
13,00	24	32	24	0,53	45,00
13,20	22	32	22	0,67	33,00
13,40	18	26	18	0,53	33,75
13,60	20	32	20	0,80	25,00
13,80	22	36	22	0,93	23,57
14,00	18	36	18	1,20	15,00
14,20	16	30	16	0,93	17,14
14,40	14	24	14	0,67	21,00
14,60	16	26	16	0,67	24,00
14,80	18	32	18	0,93	19,29
15,00	22	40	22	1,20	18,33

Prof. (m)	P (kg/cm ²)	P + L (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	RI (kg/cm ²)	Rp/RI [-]
15,20					
15,40					
15,60					
15,80					
16,00					
16,20					
16,40					
16,60					
16,80					
17,00					
17,20					
17,40					
17,60					
17,80					
18,00					
18,20					
18,40					
18,60					
18,80					
19,00					
19,20					
19,40					
19,60					
19,80					
20,00					
20,20					
20,40					
20,60					
20,80					
21,00					
21,20					
21,40					
21,60					
21,80					
22,00					
22,20					
22,40					
22,60					
22,80					
23,00					
23,20					
23,40					
23,60					
23,80					
24,00					
24,20					
24,40					
24,60					
24,80					
25,00					
25,20					
25,40					
25,60					
25,80					
26,00					
26,20					
26,40					
26,60					
26,80					
27,00					
27,20					
27,40					
27,60					
27,80					
28,00					
28,20					
28,40					
28,60					
28,80					
29,00					
29,20					
29,40					
29,60					
29,80					
30,00					



Via AUSTRIA, 24 - 41100 MODENA

Telefono 059/313999

Telefax 059/454827



PROVA PENETROMETRICA STATICA

Penetrometro Gouda

Certificato n. : **624/10**

Data emissione: 19/05/10

Committente : C/O DOTT. FRANCHI VALERIANO

Località : PSC COMUNE DI BOMPORTO

Prova numero : 13

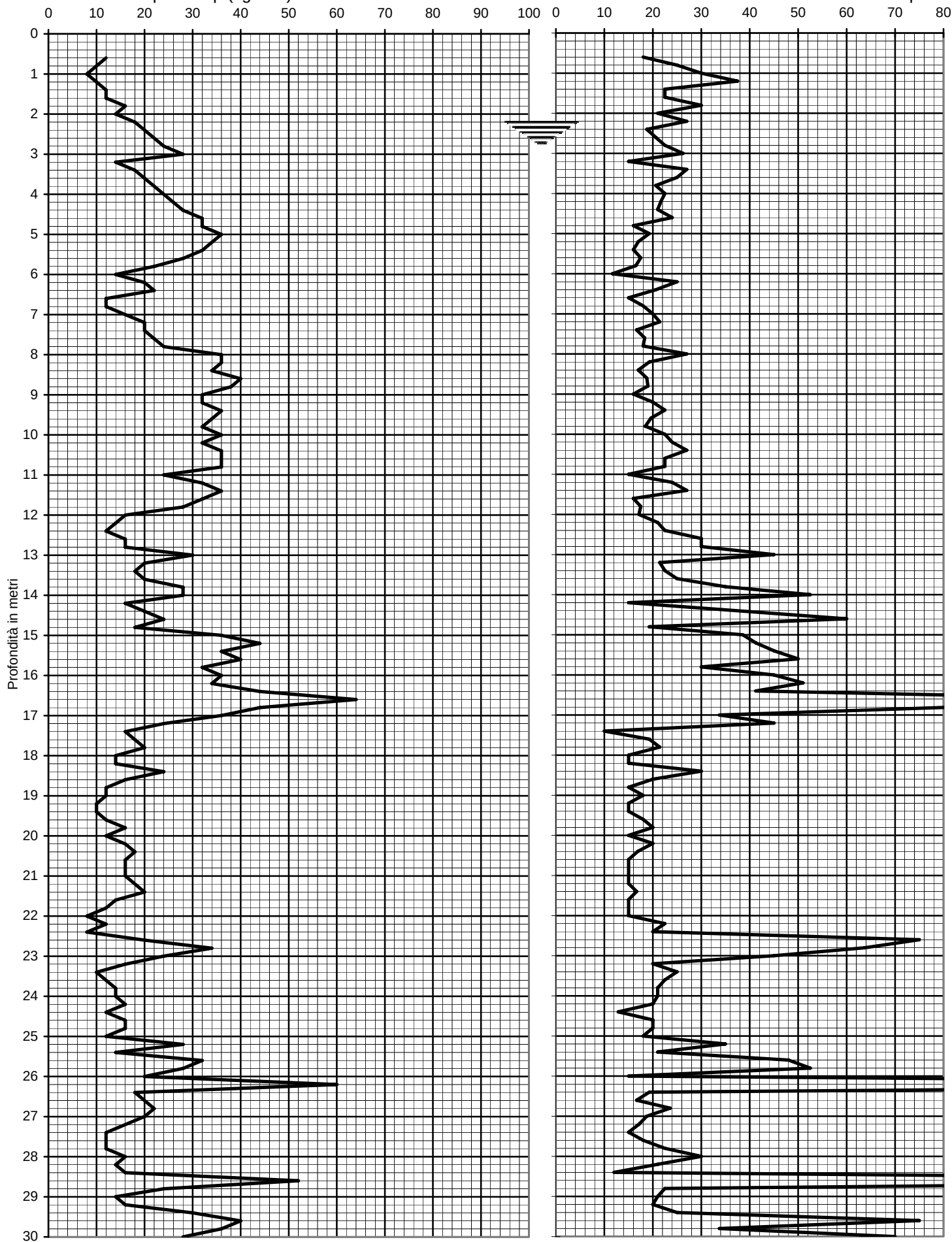
Data : 18/05/2010

Operatore : DR. REBECCHI

Quota : P.C.

Resistenza alla punta R_p (kg/cm²)

Rp/Rl



Prof. (m)	P (kg/cm ²)	P + L (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	RI (kg/cm ²)	Rp/RI [-]
0,20					
0,40					
0,60	12	22	12	0,67	18,00
0,80	10	16	10	0,40	25,00
1,00	8	12	8	0,27	30,00
1,20	10	14	10	0,27	37,50
1,40	12	20	12	0,53	22,50
1,60	12	20	12	0,53	22,50
1,80	16	24	16	0,53	30,00
2,00	14	24	14	0,67	21,00
2,20	18	28	18	0,67	27,00
2,40	20	36	20	1,07	18,75
2,60	22	38	22	1,07	20,63
2,80	24	40	24	1,07	22,50
3,00	28	44	28	1,07	26,25
3,20	14	28	14	0,93	15,00
3,40	18	28	18	0,67	27,00
3,60	20	32	20	0,80	25,00
3,80	22	38	22	1,07	20,63
4,00	24	40	24	1,07	22,50
4,20	26	44	26	1,20	21,67
4,40	28	48	28	1,33	21,00
4,60	32	52	32	1,33	24,00
4,80	32	62	32	2,00	16,00
5,00	36	64	36	1,87	19,29
5,20	34	64	34	2,00	17,00
5,40	32	62	32	2,00	16,00
5,60	28	52	28	1,60	17,50
5,80	22	42	22	1,33	16,50
6,00	14	32	14	1,20	11,67
6,20	20	32	20	0,80	25,00
6,40	22	38	22	1,07	20,63
6,60	12	24	12	0,80	15,00
6,80	12	22	12	0,67	18,00
7,00	16	28	16	0,80	20,00
7,20	20	34	20	0,93	21,43
7,40	20	38	20	1,20	16,67
7,60	22	40	22	1,20	18,33
7,80	24	44	24	1,33	18,00
8,00	36	56	36	1,33	27,00
8,20	36	64	36	1,87	19,29
8,40	34	64	34	2,00	17,00
8,60	40	72	40	2,13	18,75
8,80	38	68	38	2,00	19,00
9,00	32	62	32	2,00	16,00
9,20	32	56	32	1,60	20,00
9,40	36	60	36	1,60	22,50
9,60	34	60	34	1,73	19,62
9,80	32	58	32	1,73	18,46
10,00	36	60	36	1,60	22,50
10,20	32	52	32	1,33	24,00
10,40	36	56	36	1,33	27,00
10,60	36	60	36	1,60	22,50
10,80	36	60	36	1,60	22,50
11,00	24	48	24	1,60	15,00
11,20	32	52	32	1,33	24,00
11,40	36	56	36	1,33	27,00
11,60	32	62	32	2,00	16,00
11,80	28	52	28	1,60	17,50
12,00	16	30	16	0,93	17,14
12,20	14	24	14	0,67	21,00
12,40	12	20	12	0,53	22,50
12,60	16	24	16	0,53	30,00
12,80	16	24	16	0,53	30,00
13,00	30	40	30	0,67	45,00
13,20	20	34	20	0,93	21,43
13,40	18	30	18	0,80	22,50
13,60	20	32	20	0,80	25,00
13,80	28	40	28	0,80	35,00
14,00	28	36	28	0,53	52,50
14,20	16	32	16	1,07	15,00
14,40	20	28	20	0,53	37,50
14,60	24	30	24	0,40	60,00
14,80	18	32	18	0,93	19,29
15,00	36	50	36	0,93	38,57

Prof. (m)	P (kg/cm ²)	P + L (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	RI (kg/cm ²)	Rp/RI [-]
15,20	44	60	44	1,07	41,25
15,40	36	48	36	0,80	45,00
15,60	40	52	40	0,80	50,00
15,80	32	48	32	1,07	30,00
16,00	36	48	36	0,80	45,00
16,20	34	44	34	0,67	51,00
16,40	44	60	44	1,07	41,25
16,60	64	72	64	0,53	120,00
16,80	44	52	44	0,53	82,50
17,00	36	52	36	1,07	33,75
17,20	24	32	24	0,53	45,00
17,40	16	40	16	1,60	10,00
17,60	18	32	18	0,93	19,29
17,80	20	34	20	0,93	21,43
18,00	14	28	14	0,93	15,00
18,20	14	28	14	0,93	15,00
18,40	24	36	24	0,80	30,00
18,60	16	28	16	0,80	20,00
18,80	12	24	12	0,80	15,00
19,00	12	22	12	0,67	18,00
19,20	10	20	10	0,67	15,00
19,40	10	20	10	0,67	15,00
19,60	12	22	12	0,67	18,00
19,80	16	28	16	0,80	20,00
20,00	12	24	12	0,80	15,00
20,20	16	28	16	0,80	20,00
20,40	18	34	18	1,07	16,88
20,60	16	32	16	1,07	15,00
20,80	16	32	16	1,07	15,00
21,00	16	32	16	1,07	15,00
21,20	18	36	18	1,20	15,00
21,40	20	38	20	1,20	16,67
21,60	14	28	14	0,93	15,00
21,80	12	24	12	0,80	15,00
22,00	8	16	8	0,53	15,00
22,20	12	20	12	0,53	22,50
22,40	8	14	8	0,40	20,00
22,60	20	24	20	0,27	75,00
22,80	34	42	34	0,53	63,75
23,00	24	32	24	0,53	45,00
23,20	16	28	16	0,80	20,00
23,40	10	16	10	0,40	25,00
23,60	12	20	12	0,53	22,50
23,80	14	24	14	0,67	21,00
24,00	14	24	14	0,67	21,00
24,20	16	28	16	0,80	20,00
24,40	12	26	12	0,93	12,86
24,60	16	28	16	0,80	20,00
24,80	16	28	16	0,80	20,00
25,00	12	22	12	0,67	18,00
25,20	28	40	28	0,80	35,00
25,40	14	24	14	0,67	21,00
25,60	32	42	32	0,67	48,00
25,80	28	36	28	0,53	52,50
26,00	20	40	20	1,33	15,00
26,20	60	64	60	0,27	225,00
26,40	18	32	18	0,93	19,29
26,60	20	38	20	1,20	16,67
26,80	22	36	22	0,93	23,57
27,00	20	36	20	1,07	18,75
27,20	16	30	16	0,93	17,14
27,40	12	24	12	0,80	15,00
27,60	12	22	12	0,67	18,00
27,80	12	20	12	0,53	22,50
28,00	16	24	16	0,53	30,00
28,20	14	24	14	0,67	21,00
28,40	16	36	16	1,33	12,00
28,60	52	56	52	0,27	195,00
28,80	24	40	24	1,07	22,50
29,00	14	24	14	0,67	21,00
29,20	16	28	16	0,80	20,00
29,40	30	48	30	1,20	25,00
29,60	40	48	40	0,53	75,00
29,80	36	52	36	1,07	33,75
30,00	28	34	28	0,40	70,00



Via AUSTRIA, 24 - 41100 MODENA

Telefono 059/313999
Telefax 059/454827



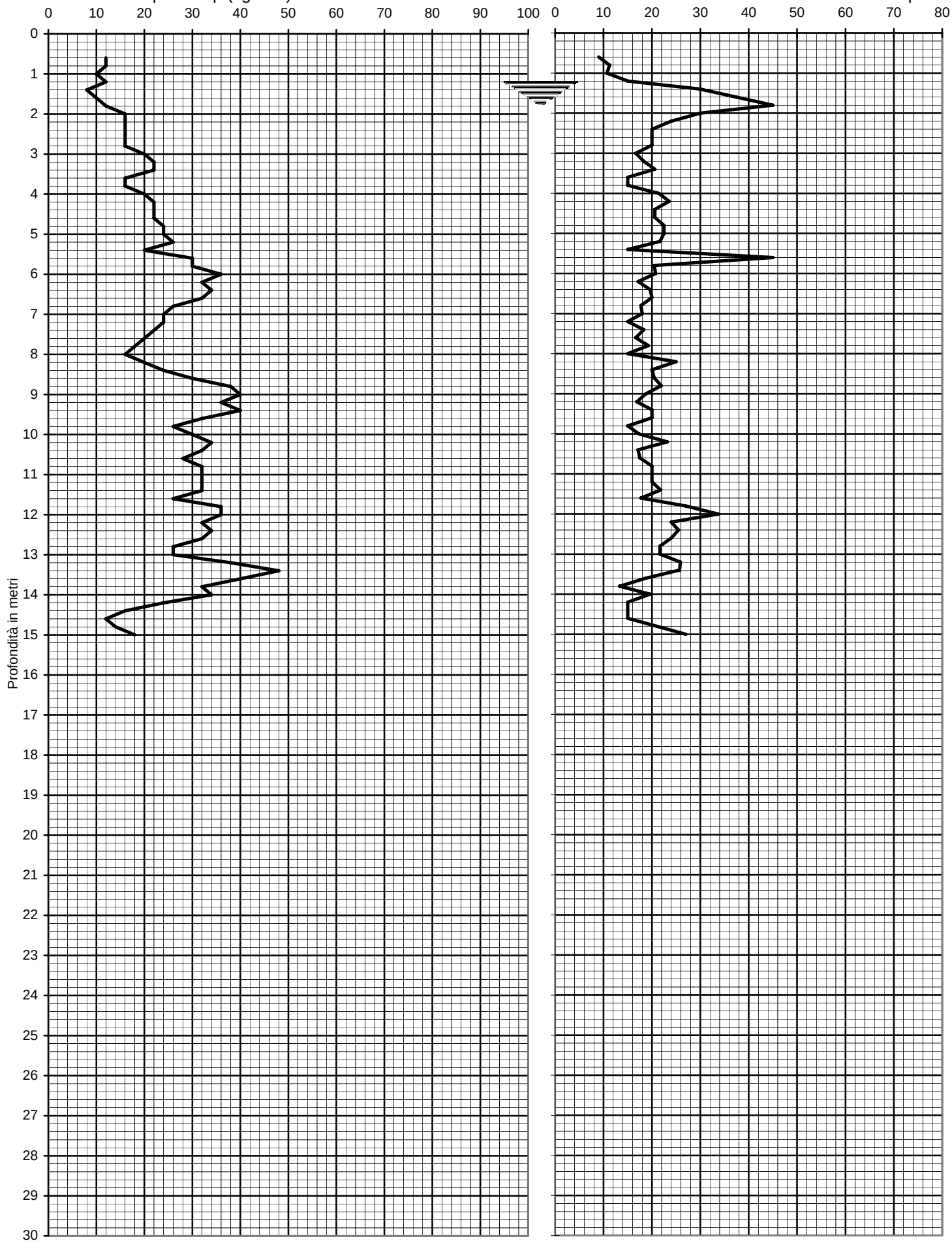
PROVA PENETROMETRICA STATICA
Penetrometro Gouda

Certificato n. : **625/10** Data emissione: 19/05/10

Committente : C/O DOTT. FRANCHI VALERIANO
Località : PSC COMUNE DI BOMPORTO
Prova numero : 14
Data : 18/05/2010
Operatore : DR. REBECCHI
Quota : P.C.

Resistenza alla punta R_p (kg/cm²)

Rp/RI



Prof. (m)	P (kg/cm ²)	P + L (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	RI (kg/cm ²)	Rp/RI [-]
0,20					
0,40					
0,60	12	32	12	1,33	9,00
0,80	12	28	12	1,07	11,25
1,00	10	24	10	0,93	10,71
1,20	12	24	12	0,80	15,00
1,40	8	12	8	0,27	30,00
1,60	10	14	10	0,27	37,50
1,80	12	16	12	0,27	45,00
2,00	16	24	16	0,53	30,00
2,20	16	26	16	0,67	24,00
2,40	16	28	16	0,80	20,00
2,60	16	28	16	0,80	20,00
2,80	16	28	16	0,80	20,00
3,00	20	38	20	1,20	16,67
3,20	22	40	22	1,20	18,33
3,40	22	38	22	1,07	20,63
3,60	16	32	16	1,07	15,00
3,80	16	32	16	1,07	15,00
4,00	20	34	20	0,93	21,43
4,20	22	36	22	0,93	23,57
4,40	22	38	22	1,07	20,63
4,60	22	38	22	1,07	20,63
4,80	24	40	24	1,07	22,50
5,00	24	40	24	1,07	22,50
5,20	26	44	26	1,20	21,67
5,40	20	40	20	1,33	15,00
5,60	30	40	30	0,67	45,00
5,80	30	52	30	1,47	20,45
6,00	36	62	36	1,73	20,77
6,20	32	60	32	1,87	17,14
6,40	34	60	34	1,73	19,62
6,60	32	56	32	1,60	20,00
6,80	26	48	26	1,47	17,73
7,00	24	44	24	1,33	18,00
7,20	24	48	24	1,60	15,00
7,40	22	40	22	1,20	18,33
7,60	20	38	20	1,20	16,67
7,80	18	32	18	0,93	19,29
8,00	16	32	16	1,07	15,00
8,20	20	32	20	0,80	25,00
8,40	24	42	24	1,20	20,00
8,60	30	52	30	1,47	20,45
8,80	38	64	38	1,73	21,92
9,00	40	72	40	2,13	18,75
9,20	36	68	36	2,13	16,88
9,40	40	70	40	2,00	20,00
9,60	32	56	32	1,60	20,00
9,80	26	52	26	1,73	15,00
10,00	30	56	30	1,73	17,31
10,20	34	56	34	1,47	23,18
10,40	32	60	32	1,87	17,14
10,60	28	52	28	1,60	17,50
10,80	32	56	32	1,60	20,00
11,00	32	56	32	1,60	20,00
11,20	32	56	32	1,60	20,00
11,40	32	54	32	1,47	21,82
11,60	26	48	26	1,47	17,73
11,80	36	56	36	1,33	27,00
12,00	36	52	36	1,07	33,75
12,20	32	52	32	1,33	24,00
12,40	34	54	34	1,33	25,50
12,60	32	52	32	1,33	24,00
12,80	26	44	26	1,20	21,67
13,00	26	44	26	1,20	21,67
13,20	38	60	38	1,47	25,91
13,40	48	76	48	1,87	25,71
13,60	40	72	40	2,13	18,75
13,80	32	68	32	2,40	13,33
14,00	34	60	34	1,73	19,62
14,20	24	48	24	1,60	15,00
14,40	16	32	16	1,07	15,00
14,60	12	24	12	0,80	15,00
14,80	14	24	14	0,67	21,00
15,00	18	28	18	0,67	27,00

Prof. (m)	P (kg/cm ²)	P + L (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	RI (kg/cm ²)	Rp/RI [-]
15,20					
15,40					
15,60					
15,80					
16,00					
16,20					
16,40					
16,60					
16,80					
17,00					
17,20					
17,40					
17,60					
17,80					
18,00					
18,20					
18,40					
18,60					
18,80					
19,00					
19,20					
19,40					
19,60					
19,80					
20,00					
20,20					
20,40					
20,60					
20,80					
21,00					
21,20					
21,40					
21,60					
21,80					
22,00					
22,20					
22,40					
22,60					
22,80					
23,00					
23,20					
23,40					
23,60					
23,80					
24,00					
24,20					
24,40					
24,60					
24,80					
25,00					
25,20					
25,40					
25,60					
25,80					
26,00					
26,20					
26,40					
26,60					
26,80					
27,00					
27,20					
27,40					
27,60					
27,80					
28,00					
28,20					
28,40					
28,60					
28,80					
29,00					
29,20					
29,40					
29,60					
29,80					
30,00					



Via AUSTRIA, 24 - 41100 MODENA

Telefono 059/313999

Telefax 059/454827



PROVA PENETROMETRICA STATICA

Penetrometro Gouda

Certificato n. : **626/10**

Data emissione: 19/05/10

Committente : C/O DOTT. FRANCHI VALERIANO

Località : PSC COMUNE DI BOMPORTO

Prova numero : 15

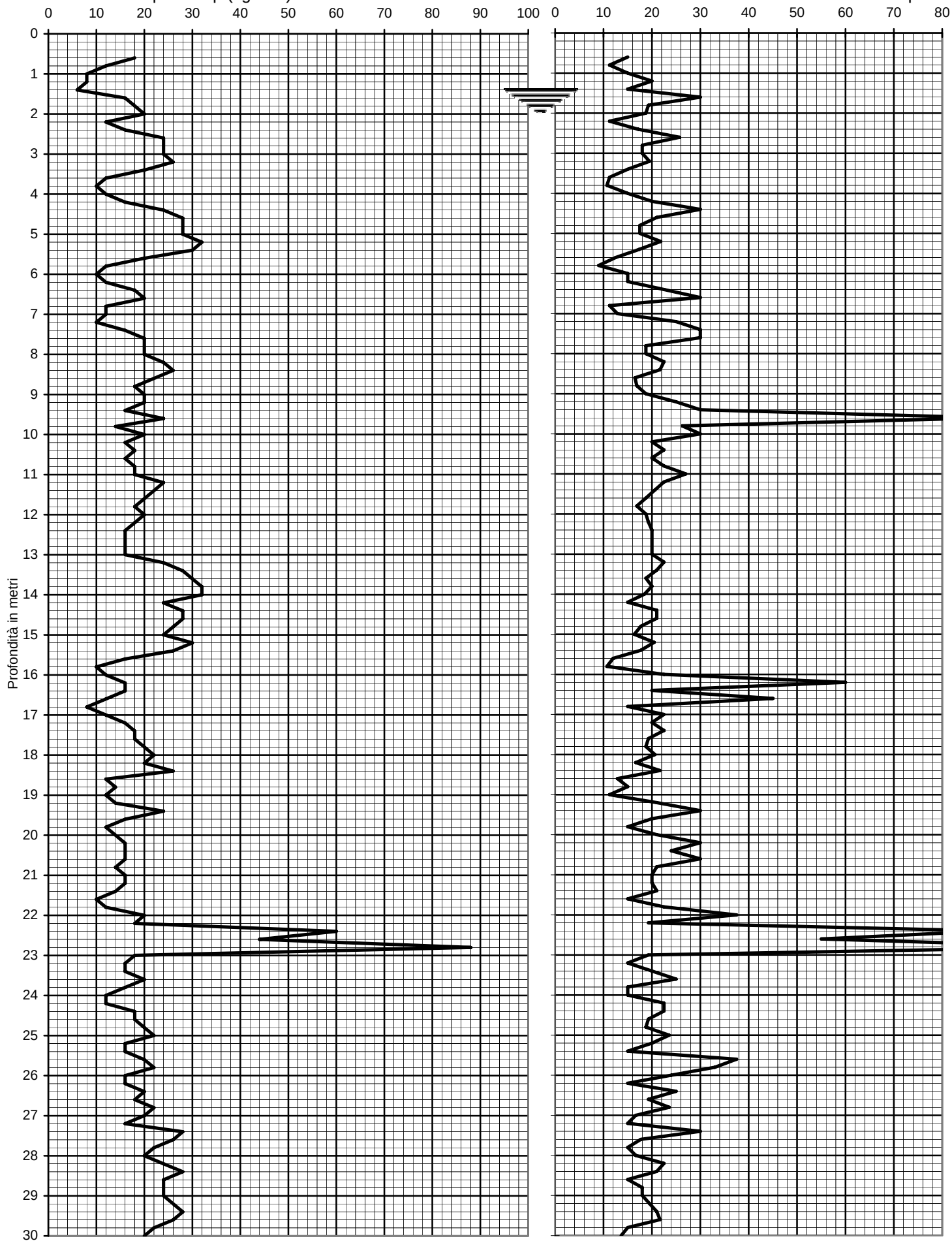
Data : 14/05/2010

Operatore : DR. REBECCHI

Quota : P.C.

Resistenza alla punta R_p (kg/cm²)

Rp/Rl



Prof. (m)	P (kg/cm ²)	P + L (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	RI (kg/cm ²)	Rp/RI [-]
0,20					
0,40					
0,60	18	36	18	1,20	15,00
0,80	12	28	12	1,07	11,25
1,00	8	16	8	0,53	15,00
1,20	8	14	8	0,40	20,00
1,40	6	12	6	0,40	15,00
1,60	16	24	16	0,53	30,00
1,80	18	32	18	0,93	19,29
2,00	20	36	20	1,07	18,75
2,20	12	28	12	1,07	11,25
2,40	16	30	16	0,93	17,14
2,60	24	38	24	0,93	25,71
2,80	24	44	24	1,33	18,00
3,00	24	44	24	1,33	18,00
3,20	26	46	26	1,33	19,50
3,40	20	40	20	1,33	15,00
3,60	12	28	12	1,07	11,25
3,80	10	24	10	0,93	10,71
4,00	12	24	12	0,80	15,00
4,20	16	28	16	0,80	20,00
4,40	24	36	24	0,80	30,00
4,60	28	48	28	1,33	21,00
4,80	28	52	28	1,60	17,50
5,00	28	52	28	1,60	17,50
5,20	32	54	32	1,47	21,82
5,40	30	56	30	1,73	17,31
5,60	20	44	20	1,60	12,50
5,80	12	32	12	1,33	9,00
6,00	10	20	10	0,67	15,00
6,20	12	24	12	0,80	15,00
6,40	18	30	18	0,80	22,50
6,60	20	30	20	0,67	30,00
6,80	12	28	12	1,07	11,25
7,00	12	26	12	0,93	12,86
7,20	10	16	10	0,40	25,00
7,40	16	24	16	0,53	30,00
7,60	20	30	20	0,67	30,00
7,80	20	36	20	1,07	18,75
8,00	20	36	20	1,07	18,75
8,20	24	40	24	1,07	22,50
8,40	26	44	26	1,20	21,67
8,60	22	42	22	1,33	16,50
8,80	18	34	18	1,07	16,88
9,00	20	36	20	1,07	18,75
9,20	20	32	20	0,80	25,00
9,40	16	24	16	0,53	30,00
9,60	24	28	24	0,27	90,00
9,80	14	22	14	0,53	26,25
10,00	20	30	20	0,67	30,00
10,20	16	28	16	0,80	20,00
10,40	18	30	18	0,80	22,50
10,60	16	28	16	0,80	20,00
10,80	18	30	18	0,80	22,50
11,00	18	28	18	0,67	27,00
11,20	24	40	24	1,07	22,50
11,40	22	38	22	1,07	20,63
11,60	20	36	20	1,07	18,75
11,80	18	34	18	1,07	16,88
12,00	20	36	20	1,07	18,75
12,20	18	32	18	0,93	19,29
12,40	16	28	16	0,80	20,00
12,60	16	28	16	0,80	20,00
12,80	16	28	16	0,80	20,00
13,00	16	28	16	0,80	20,00
13,20	24	40	24	1,07	22,50
13,40	28	48	28	1,33	21,00
13,60	30	54	30	1,60	18,75
13,80	32	56	32	1,60	20,00
14,00	32	58	32	1,73	18,46
14,20	24	48	24	1,60	15,00
14,40	28	48	28	1,33	21,00
14,60	28	48	28	1,33	21,00
14,80	26	48	26	1,47	17,73
15,00	24	46	24	1,47	16,36

Prof. (m)	P (kg/cm ²)	P + L (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	RI (kg/cm ²)	Rp/RI [-]
15,20	30	52	30	1,47	20,45
15,40	26	48	26	1,47	17,73
15,60	16	36	16	1,33	12,00
15,80	10	24	10	0,93	10,71
16,00	12	20	12	0,53	22,50
16,20	16	20	16	0,27	60,00
16,40	16	28	16	0,80	20,00
16,60	12	16	12	0,27	45,00
16,80	8	16	8	0,53	15,00
17,00	12	20	12	0,53	22,50
17,20	16	28	16	0,80	20,00
17,40	18	30	18	0,80	22,50
17,60	18	32	18	0,93	19,29
17,80	20	36	20	1,07	18,75
18,00	22	38	22	1,07	20,63
18,20	20	38	20	1,20	16,67
18,40	26	44	26	1,20	21,67
18,60	12	26	12	0,93	12,86
18,80	14	28	14	0,93	15,00
19,00	12	28	12	1,07	11,25
19,20	14	24	14	0,67	21,00
19,40	24	36	24	0,80	30,00
19,60	16	28	16	0,80	20,00
19,80	12	24	12	0,80	15,00
20,00	14	24	14	0,67	21,00
20,20	16	24	16	0,53	30,00
20,40	16	26	16	0,67	24,00
20,60	16	24	16	0,53	30,00
20,80	14	24	14	0,67	21,00
21,00	16	28	16	0,80	20,00
21,20	16	28	16	0,80	20,00
21,40	14	24	14	0,67	21,00
21,60	10	20	10	0,67	15,00
21,80	12	20	12	0,53	22,50
22,00	20	28	20	0,53	37,50
22,20	18	32	18	0,93	19,29
22,40	60	70	60	0,67	90,00
22,60	44	56	44	0,80	55,00
22,80	88	100	88	0,80	110,00
23,00	18	32	18	0,93	19,29
23,20	16	32	16	1,07	15,00
23,40	16	28	16	0,80	20,00
23,60	20	32	20	0,80	25,00
23,80	16	32	16	1,07	15,00
24,00	12	24	12	0,80	15,00
24,20	12	20	12	0,53	22,50
24,40	18	30	18	0,80	22,50
24,60	18	32	18	0,93	19,29
24,80	20	36	20	1,07	18,75
25,00	22	36	22	0,93	23,57
25,20	16	28	16	0,80	20,00
25,40	16	32	16	1,07	15,00
25,60	20	28	20	0,53	37,50
25,80	22	32	22	0,67	33,00
26,00	16	26	16	0,67	24,00
26,20	16	32	16	1,07	15,00
26,40	20	32	20	0,80	25,00
26,60	18	32	18	0,93	19,29
26,80	22	36	22	0,93	23,57
27,00	20	38	20	1,20	16,67
27,20	16	32	16	1,07	15,00
27,40	28	42	28	0,93	30,00
27,60	26	48	26	1,47	17,73
27,80	22	44	22	1,47	15,00
28,00	20	38	20	1,20	16,67
28,20	24	40	24	1,07	22,50
28,40	28	48	28	1,33	21,00
28,60	24	48	24	1,60	15,00
28,80	24	44	24	1,33	18,00
29,00	24	44	24	1,33	18,00
29,20	26	46	26	1,33	19,50
29,40	28	48	28	1,33	21,00
29,60	26	44	26	1,20	21,67
29,80	22	44	22	1,47	15,00
30,00	20	42	20	1,47	13,64

PROVA PENETROMETRICA STATICA **TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI**

CPT 1

2.010496-044

- committente : Lotto 29 GRANI
- lavoro : PALAZZINA RESIDENZIALE
- località : SORBARA di BOMPORTO - MO -
- note :

- data : 10/09/2001
- quota inizio : P.C.
- prof. falda : -2,60 m da quota inizio
- pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE										
Prof. m	Rp kg/cm²	Rp/RI (-)	Natura Litol.	Y' t/m²	p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	σ1s (°)	σ2s (°)	σ3s (°)	σ4s (°)	σdm (°)	σmy (°)	Amax/g (-)	E50 kg/cm²	E25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	-	-	???	1,85	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,40	38	24	4f.f.	1,85	0,07	1,27	99,9	215	323	114	100	42	43	45	46	44	30	0,258	63	95	114
0,60	42	29	4f.f.	1,85	0,11	1,40	99,9	238	357	128	98	41	43	44	46	43	30	0,243	70	105	128
0,80	46	28	4f.f.	1,85	0,15	1,53	99,9	261	391	138	92	41	42	44	45	42	31	0,230	77	115	138
1,00	40	43	3:...	1,85	0,19	-	-	-	-	-	82	39	41	43	45	40	30	0,195	67	100	120
1,20	28	16	4f.f.	1,85	0,22	0,93	37,6	158	237	78	62	37	39	41	43	38	28	0,137	43	65	78
1,40	30	32	3:...	1,85	0,26	-	-	-	-	-	64	37	39	41	43	38	29	0,140	50	75	90
1,60	28	32	3:...	1,85	0,30	-	-	-	-	-	55	36	38	40	42	36	28	0,118	43	65	78
1,80	12	22	2f.f.	1,85	0,33	0,57	12,3	97	146	55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2,00	7	26	2f.f.	1,85	0,37	0,35	5,9	99	148	41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2,20	8	24	2f.f.	1,85	0,41	0,40	6,1	107	160	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2,40	7	52	4f.f.	1,85	0,44	0,35	4,7	124	185	41	0	28	31	35	38	27	26	0,001	12	18	21
2,60	10	30	4f.f.	0,86	0,46	0,50	6,9	116	174	50	12	30	33	36	39	28	26	0,023	17	25	30
2,80	10	25	2f.f.	0,90	0,48	0,50	6,6	123	184	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,00	12	30	4f.f.	0,88	0,50	0,57	7,5	122	183	55	16	30	33	36	39	29	26	0,031	20	30	36
3,20	9	27	2f.f.	0,88	0,51	0,45	5,3	140	211	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,40	7	21	2f.f.	0,84	0,53	0,35	3,7	150	225	41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,60	8	20	2f.f.	0,86	0,55	0,40	4,2	153	230	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,80	6	22	2f.f.	0,82	0,56	0,30	2,8	152	227	37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4,00	7	26	2f.f.	0,84	0,58	0,35	3,3	163	244	41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4,20	9	27	2f.f.	0,88	0,60	0,45	4,4	167	251	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4,40	15	25	2f.f.	0,95	0,62	0,67	6,9	156	234	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4,60	15	25	2f.f.	0,95	0,64	0,67	6,6	163	244	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4,80	14	19	2f.f.	0,94	0,66	0,64	6,0	173	260	59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5,00	11	24	2f.f.	0,91	0,67	0,54	4,7	187	281	53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5,20	5	19	2f.f.	0,80	0,69	0,25	1,8	143	214	33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5,40	5	25	2f.f.	0,80	0,71	0,25	1,7	144	215	33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5,60	5	37	4f.f.	0,81	0,72	0,25	1,7	144	216	33	-	28	31	35	38	25	25	-	8	13	15
5,80	6	30	4f.f.	0,82	0,74	0,30	2,0	167	251	37	-	28	31	35	38	25	26	-	10	15	18
6,00	6	15	1***	0,46	0,75	0,30	2,0	36	54	39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6,20	7	21	2f.f.	0,84	0,76	0,35	2,4	189	283	41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6,40	7	17	2f.f.	0,84	0,78	0,35	2,3	190	285	41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6,60	6	15	1***	0,46	0,79	0,30	1,9	37	55	39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6,80	8	13	2f.f.	0,86	0,81	0,40	2,6	209	314	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7,00	23	43	3:...	0,86	0,82	-	-	-	-	-	26	32	34	37	40	30	28	0,050	38	58	69
7,20	10	19	2f.f.	0,90	0,84	0,50	3,3	235	353	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7,40	18	39	4f.f.	0,91	0,86	0,75	5,3	235	353	61	17	30	33	36	39	28	27	0,032	30	45	54
7,60	13	32	4f.f.	0,88	0,88	0,60	3,9	246	369	57	5	29	32	35	38	26	26	0,013	22	33	39
7,80	9	22	2f.f.	0,88	0,90	0,45	2,7	234	351	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8,00	8	24	2f.f.	0,86	0,91	0,40	2,2	219	328	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8,20	9	17	2f.f.	0,88	0,93	0,45	2,5	238	356	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8,40	11	24	2f.f.	0,91	0,95	0,54	3,1	261	392	53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8,60	13	49	4f.f.	0,88	0,97	0,60	3,5	273	409	57	3	28	32	35	38	26	26	0,007	22	33	39
8,80	15	32	4f.f.	0,89	0,98	0,67	3,9	277	415	60	7	29	32	35	39	26	27	0,016	25	38	45
9,00	8	15	2f.f.	0,86	1,00	0,40	2,0	224	336	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9,20	9	19	2f.f.	0,88	1,02	0,45	2,3	245	368	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9,40	13	28	2f.f.	0,93	1,04	0,60	3,2	289	433	57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9,60	11	21	2f.f.	0,91	1,06	0,54	2,7	277	416	53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9,80	8	13	2f.f.	0,86	1,07	0,40	1,8	228	341	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10,00	20	-	4f.f.	0,93	1,09	0,80	4,3	305	458	60	15	30	33	36	39	27	27	0,028	33	50	60

Prof. (m)	P (kg/cm ²)	P + L (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	RI (kg/cm ²)	Rp/RI [-]
0.20					
0.40					
0.60	7	16	7	0.60	11.67
0.80	12	20	12	0.53	22.50
1.00	18	24	18	0.40	45.00
1.20	6	10	6	0.27	22.50
1.40	14	18	14	0.27	52.50
1.60	16	24	16	0.53	30.00
1.80	10	20	10	0.67	15.00
2.00	9	18	9	0.60	15.00
2.20	6	12	6	0.40	15.00
2.40	5	9	5	0.27	18.75
2.60	6	10	6	0.27	22.50
2.80	6	10	6	0.27	22.50
3.00	9	14	9	0.33	27.00
3.20	8	14	8	0.40	20.00
3.40	8	14	8	0.40	20.00
3.60	7	12	7	0.33	21.00
3.80	6	12	6	0.40	15.00
4.00	26	30	26	0.27	97.50
4.20	6	12	6	0.40	15.00
4.40	14	16	14	0.13	105.00
4.60	14	22	14	0.53	26.25
4.80	20	24	20	0.27	75.00
5.00	22	28	22	0.40	55.00
5.20	6	12	6	0.40	15.00
5.40	10	14	10	0.27	37.50
5.60	7	12	7	0.33	21.00
5.80	4	8	4	0.27	15.00
6.00	5	10	5	0.33	15.00
6.20	4	8	4	0.27	15.00
6.40	5	10	5	0.33	15.00
6.60	5	8	5	0.20	25.00
6.80	5	8	5	0.20	25.00
7.00	6	12	6	0.40	15.00
7.20	22	28	22	0.40	55.00
7.40	30	40	30	0.67	45.00
7.60	8	16	8	0.53	15.00
7.80	6	12	6	0.40	15.00
8.00	6	12	6	0.40	15.00
8.20	16	20	16	0.27	60.00
8.40	8	12	8	0.27	30.00
8.60	6	10	6	0.27	22.50
8.80	6	12	6	0.40	15.00
9.00	8	12	8	0.27	30.00
9.20	14	20	14	0.40	35.00
9.40	10	22	10	0.80	12.50
9.60	12	24	12	0.80	15.00
9.80	10	20	10	0.67	15.00
10.00	6	14	6	0.53	11.25
10.20	6	12	6	0.40	15.00
10.40	6	12	6	0.40	15.00
10.60	14	22	14	0.53	26.25
10.80	14	26	14	0.80	17.50
11.00	14	28	14	0.93	15.00
11.20	10	24	10	0.93	10.71
11.40	14	24	14	0.67	21.00
11.60	16	32	16	1.07	15.00
11.80	18	36	18	1.20	15.00
12.00	22	42	22	1.33	16.50
12.20	22	44	22	1.47	15.00
12.40	28	50	28	1.47	19.09
12.60	28	52	28	1.60	17.50
12.80	24	50	24	1.73	13.85
13.00	28	54	28	1.73	16.15
13.20	30	60	30	2.00	15.00
13.40	30	60	30	2.00	15.00
13.60	30	58	30	1.87	16.07
13.80	28	53	28	2.00	14.00
14.00	26	54	26	1.87	13.93
14.20	26	52	26	1.73	15.00
14.40	26	54	26	1.87	13.93
14.60	16	38	16	1.47	10.91
14.80	14	32	14	1.20	11.67
15.00	14	30	14	1.07	13.13

Prof. (m)	P (kg/cm ²)	P + L (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	RI (kg/cm ²)	Rp/RI [-]
15.20					
15.40					
15.60					
15.80					
16.00					
16.20					
16.40					
16.60					
16.80					
17.00					
17.20					
17.40					
17.60					
17.80					
18.00					
18.20					
18.40					
18.60					
18.80					
19.00					
19.20					
19.40					
19.60					
19.80					
20.00					
20.20					
20.40					
20.60					
20.80					
21.00					
21.20					
21.40					
21.60					
21.80					
22.00					
22.20					
22.40					
22.60					
22.80					
23.00					
23.20					
23.40					
23.60					
23.80					
24.00					
24.20					
24.40					
24.60					
24.80					
25.00					
25.20					
25.40					
25.60					
25.80					
26.00					
26.20					
26.40					
26.60					
26.80					
27.00					
27.20					
27.40					
27.60					
27.80					
28.00					
28.20					
28.40					
28.60					
28.80					
29.00					
29.20					
29.40					
29.60					
29.80					
30.00					

Prof. (m)	P (kg/cm ²)	P + L (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	RI (kg/cm ²)	Rp/RI [-]
0.20					
0.40					
0.60	8	18	8	0.67	12.00
0.80	16	26	16	0.67	24.00
1.00	22	32	22	0.67	33.00
1.20	6	12	6	0.40	15.00
1.40	10	14	10	0.27	37.50
1.60	14	20	14	0.40	35.00
1.80	10	20	10	0.67	15.00
2.00	10	22	10	0.80	12.50
2.20	6	12	6	0.40	15.00
2.40	6	8	6	0.13	45.00
2.60	5	8	5	0.20	25.00
2.80	6	9	6	0.20	30.00
3.00	8	12	8	0.27	30.00
3.20	6	10	6	0.27	22.50
3.40	6	10	6	0.27	22.50
3.60	8	12	8	0.27	30.00
3.80	14	22	14	0.53	26.25
4.00	30	32	30	0.13	225.00
4.20	24	34	24	0.67	36.00
4.40	12	18	12	0.40	30.00
4.60	6	10	6	0.27	22.50
4.80	10	14	10	0.27	37.50
5.00	10	14	10	0.27	37.50
5.20	6	10	6	0.27	22.50
5.40	8	12	8	0.27	30.00
5.60	8	10	8	0.13	60.00
5.80	4	8	4	0.27	15.00
6.00	5	10	5	0.33	15.00
6.20	4	6	4	0.13	30.00
6.40	4	6	4	0.13	30.00
6.60	4	6	4	0.13	30.00
6.80	4	6	4	0.13	30.00
7.00	6	10	6	0.27	22.50
7.20	14	16	14	0.13	105.00
7.40	6	12	6	0.40	15.00
7.60	7	10	7	0.20	35.00
7.80	6	8	6	0.13	45.00
8.00	8	12	8	0.27	30.00
8.20	7	10	7	0.20	35.00
8.40	12	16	12	0.27	45.00
8.60	5	10	5	0.33	15.00
8.80	6	9	6	0.20	30.00
9.00	8	14	8	0.40	20.00
9.20	14	24	14	0.67	21.00
9.40	10	22	10	0.80	12.50
9.60	12	22	12	0.67	18.00
9.80	7	14	7	0.47	15.00
10.00	10	20	10	0.67	15.00
10.20	10	18	10	0.53	18.75
10.40	12	18	12	0.40	30.00
10.60	16	22	16	0.40	40.00
10.80	18	30	18	0.80	22.50
11.00	18	34	18	1.07	16.88
11.20	16	30	16	0.93	17.14
11.40	12	24	12	0.80	15.00
11.60	10	20	10	0.67	15.00
11.80	12	22	12	0.67	18.00
12.00	22	32	22	0.67	33.00
12.20	24	48	24	1.60	15.00
12.40	28	50	28	1.47	19.09
12.60	24	46	24	1.47	16.36
12.80	24	42	24	1.20	20.00
13.00	30	52	30	1.47	20.45
13.20	28	50	28	1.47	19.09
13.40	24	48	24	1.60	15.00
13.60	22	44	22	1.47	15.00
13.80	24	46	24	1.47	15.36
14.00	24	44	24	1.33	18.00
14.20	20	40	20	1.33	15.00
14.40	14	30	14	1.07	13.13
14.60	10	24	10	0.93	10.71
14.80	6	12	6	0.40	15.00
15.00	8	16	8	0.53	15.00

Prof. (m)	P (kg/cm ²)	P + L (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	RI (kg/cm ²)	Rp/RI [-]
15.20					
15.40					
15.60					
15.80					
16.00					
16.20					
16.40					
16.60					
16.80					
17.00					
17.20					
17.40					
17.60					
17.80					
18.00					
18.20					
18.40					
18.60					
18.80					
19.00					
19.20					
19.40					
19.60					
19.80					
20.00					
20.20					
20.40					
20.60					
20.80					
21.00					
21.20					
21.40					
21.60					
21.80					
22.00					
22.20					
22.40					
22.60					
22.80					
23.00					
23.20					
23.40					
23.60					
23.80					
24.00					
24.20					
24.40					
24.60					
24.80					
25.00					
25.20					
25.40					
25.60					
25.80					
26.00					
26.20					
26.40					
26.60					
26.80					
27.00					
27.20					
27.40					
27.60					
27.80					
28.00					
28.20					
28.40					
28.60					
28.80					
29.00					
29.20					
29.40					
29.60					
29.80					
30.00					

Prof. (m)	P (kg/cm ²)	P + L (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	RI (kg/cm ²)	Rp/RI [-]
0.20					
0.40					
0.60	5	10	5	0.33	15.00
0.80	8	14	8	0.40	20.00
1.00	14	20	14	0.40	35.00
1.20	8	10	8	0.13	60.00
1.40	12	16	12	0.27	45.00
1.60	14	20	14	0.40	35.00
1.80	14	20	14	0.40	35.00
2.00	10	18	10	0.53	18.75
2.20	8	16	8	0.53	15.00
2.40	6	12	6	0.40	15.00
2.60	6	10	6	0.27	22.50
2.80	6	10	6	0.27	22.50
3.00	10	18	10	0.53	18.75
3.20	8	12	8	0.27	30.00
3.40	12	15	12	0.20	60.00
3.60	7	12	7	0.33	21.00
3.80	11	14	11	0.20	55.00
4.00	10	16	10	0.40	25.00
4.20	8	12	8	0.27	30.00
4.40	14	18	14	0.27	52.50
4.60	20	28	20	0.53	37.50
4.80	20	26	20	0.40	50.00
5.00	14	22	14	0.53	26.25
5.20	8	14	8	0.40	20.00
5.40	10	14	10	0.27	37.50
5.60	8	14	8	0.40	20.00
5.80	4	8	4	0.27	15.00
6.00	6	10	6	0.27	22.50
6.20	6	10	6	0.27	22.50
6.40	6	8	6	0.13	45.00
6.60	6	8	6	0.13	45.00
6.80	5	8	5	0.20	25.00
7.00	6	10	6	0.27	22.50
7.20	14	16	14	0.13	105.00
7.40	10	14	10	0.27	37.50
7.60	6	10	6	0.27	22.50
7.80	5	8	5	0.20	25.00
8.00	6	9	6	0.20	30.00
8.20	5	7	5	0.13	37.50
8.40	5	7	5	0.13	37.50
8.60	6	9	6	0.20	30.00
8.80	5	7	5	0.13	37.50
9.00	8	12	8	0.27	30.00
9.20	18	24	18	0.40	45.00
9.40	14	26	14	0.80	17.50
9.60	12	24	12	0.80	15.00
9.80	8	16	8	0.53	15.00
10.00	9	18	9	0.60	15.00
10.20	6	12	6	0.40	15.00
10.40	8	12	8	0.27	30.00
10.60	8	14	8	0.40	20.00
10.80	14	22	14	0.53	26.25
11.00	18	28	18	0.67	27.00
11.20	18	32	18	0.93	19.29
11.40	16	30	16	0.93	17.14
11.60	10	22	10	0.80	12.50
11.80	12	24	12	0.80	15.00
12.00	22	32	22	0.67	33.00
12.20	28	50	28	1.47	19.09
12.40	30	56	30	1.73	17.31
12.60	26	52	26	1.73	15.00
12.80	26	52	26	1.73	15.00
13.00	32	54	32	1.47	21.82
13.20	34	60	34	1.73	19.62
13.40	30	54	30	1.60	18.75
13.60	28	54	28	1.73	15.15
13.80	30	54	30	1.60	18.75
14.00	30	54	30	1.60	18.75
14.20	26	48	26	1.47	17.73
14.40	24	46	24	1.47	15.36
14.60	20	38	20	1.20	16.67
14.80	18	36	18	1.20	15.00
15.00	20	38	20	1.20	16.67

Prof. (m)	P (kg/cm ²)	P + L (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	RI (kg/cm ²)	Rp/RI [-]
15.20					
15.40					
15.60					
15.80					
16.00					
16.20					
16.40					
16.60					
16.80					
17.00					
17.20					
17.40					
17.60					
17.80					
18.00					
18.20					
18.40					
18.60					
18.80					
19.00					
19.20					
19.40					
19.60					
19.80					
20.00					
20.20					
20.40					
20.60					
20.80					
21.00					
21.20					
21.40					
21.60					
21.80					
22.00					
22.20					
22.40					
22.60					
22.80					
23.00					
23.20					
23.40					
23.60					
23.80					
24.00					
24.20					
24.40					
24.60					
24.80					
25.00					
25.20					
25.40					
25.60					
25.80					
26.00					
26.20					
26.40					
26.60					
26.80					
27.00					
27.20					
27.40					
27.60					
27.80					
28.00					
28.20					
28.40					
28.60					
28.80					
29.00					
29.20					
29.40					
29.60					
29.80					
30.00					

Prof. (m)	P (kg/cm ²)	P + L (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	RI (kg/cm ²)	Rp/RI [-]
0.20					
0.40					
0.60	12	18	12	0.40	30.00
0.80	16	20	16	0.27	60.00
1.00	12	24	12	0.80	15.00
1.20	7	10	7	0.20	35.00
1.40	14	20	14	0.40	35.00
1.60	14	22	14	0.53	26.25
1.80	8	16	8	0.53	15.00
2.00	6	10	6	0.27	22.50
2.20	6	10	6	0.27	22.50
2.40	8	12	8	0.27	30.00
2.60	8	14	8	0.40	20.00
2.80	6	12	6	0.40	15.00
3.00	12	18	12	0.40	30.00
3.20	18	26	18	0.53	33.75
3.40	10	16	10	0.40	25.00
3.60	8	12	8	0.27	30.00
3.80	10	14	10	0.27	37.50
4.00	16	26	16	0.67	24.00
4.20	34	44	34	0.67	51.00
4.40	34	44	34	0.67	51.00
4.60	14	24	14	0.67	21.00
4.80	8	16	8	0.53	15.00
5.00	12	20	12	0.53	22.50
5.20	12	16	12	0.27	45.00
5.40	6	10	6	0.27	22.50
5.60	5	8	5	0.20	25.00
5.80	6	10	6	0.27	22.50
6.00	8	12	8	0.27	30.00
6.20	6	10	6	0.27	22.50
6.40	6	8	6	0.13	45.00
6.60	6	10	6	0.27	22.50
6.80	6	10	6	0.27	22.50
7.00	8	14	8	0.40	20.00
7.20	8	14	8	0.40	20.00
7.40	6	9	6	0.20	30.00
7.60	7	10	7	0.20	35.00
7.80	8	12	8	0.27	30.00
8.00	10	20	10	0.67	15.00
8.20	6	10	6	0.27	22.50
8.40	6	10	6	0.27	22.50
8.60	8	14	8	0.40	20.00
8.80	12	18	12	0.40	30.00
9.00	14	22	14	0.53	26.25
9.20	14	24	14	0.67	21.00
9.40	10	22	10	0.80	12.50
9.60	16	30	16	0.93	17.14
9.80	42	54	42	0.80	52.50
10.00	46	54	46	0.53	86.25
10.20	12	16	12	0.27	45.00
10.40	10	16	10	0.40	25.00
10.60	18	22	18	0.27	67.50
10.80	22	32	22	0.67	33.00
11.00	20	34	20	0.93	21.43
11.20	14	28	14	0.93	15.00
11.40	10	22	10	0.80	12.50
11.60	10	20	10	0.67	15.00
11.80	12	22	12	0.67	18.00
12.00	16	26	16	0.67	24.00
12.20	8	16	8	0.53	15.00
12.40	20	30	20	0.67	30.00
12.60	30	40	30	0.67	45.00
12.80	32	50	32	1.20	26.67
13.00	36	64	36	1.37	19.29
13.20	32	64	32	1.47	21.82
13.40	18	36	18	1.20	15.00
13.60	22	34	22	0.80	27.50
13.80	32	44	32	0.80	40.00
14.00	34	54	34	1.33	25.50
14.20	30	62	30	1.47	20.45
14.40	28	50	28	1.47	19.09
14.60	20	42	20	1.47	13.64
14.80	22	33	22	1.07	20.63
15.00	20	34	20	0.93	21.43

Prof. (m)	P (kg/cm ²)	P + L (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	RI (kg/cm ²)	Rp/RI [-]
15.20					
15.40					
15.60					
15.80					
16.00					
16.20					
16.40					
16.60					
16.80					
17.00					
17.20					
17.40					
17.60					
17.80					
18.00					
18.20					
18.40					
18.60					
18.80					
19.00					
19.20					
19.40					
19.60					
19.80					
20.00					
20.20					
20.40					
20.60					
20.80					
21.00					
21.20					
21.40					
21.60					
21.80					
22.00					
22.20					
22.40					
22.60					
22.80					
23.00					
23.20					
23.40					
23.60					
23.80					
24.00					
24.20					
24.40					
24.60					
24.80					
25.00					
25.20					
25.40					
25.60					
25.80					
26.00					
26.20					
26.40					
26.60					
26.80					
27.00					
27.20					
27.40					
27.60					
27.80					
28.00					
28.20					
28.40					
28.60					
28.80					
29.00					
29.20					
29.40					
29.60					
29.80					
30.00					

Prof. (m)	P (kg/cm ²)	P + L (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	RI (kg/cm ²)	Rp/RI [-]
0.20					
0.40					
0.60	7	14	7	0.47	15.00
0.80	8	18	8	0.67	12.00
1.00	10	18	10	0.53	18.75
1.20	14	24	14	0.67	21.00
1.40	10	22	10	0.80	12.50
1.60	8	18	8	0.67	12.00
1.80	6	12	6	0.40	15.00
2.00	8	14	8	0.40	20.00
2.20	6	12	6	0.40	15.00
2.40	6	10	6	0.27	22.50
2.60	6	10	6	0.27	22.50
2.80	4	8	4	0.27	15.00
3.00	10	14	10	0.27	37.50
3.20	8	12	8	0.27	30.00
3.40	4	8	4	0.27	15.00
3.60	8	14	8	0.40	20.00
3.80	6	10	6	0.27	22.50
4.00	12	20	12	0.53	22.50
4.20	10	16	10	0.40	25.00
4.40	10	16	10	0.40	25.00
4.60	8	14	8	0.40	20.00
4.80	12	20	12	0.53	22.50
5.00	12	20	12	0.53	22.50
5.20	6	12	6	0.40	15.00
5.40	4	8	4	0.27	15.00
5.60	20	24	20	0.27	75.00
5.80	8	12	8	0.27	30.00
6.00	12	22	12	0.67	18.00
6.20	8	14	8	0.40	20.00
6.40	6	12	6	0.40	15.00
6.60	7	14	7	0.47	15.00
6.80	8	14	8	0.40	20.00
7.00	7	14	7	0.47	15.00
7.20	22	24	22	0.13	165.00
7.40	18	22	18	0.27	67.50
7.60	12	18	12	0.40	30.00
7.80	8	14	8	0.40	20.00
8.00	8	14	8	0.40	20.00
8.20	12	18	12	0.40	30.00
8.40	14	22	14	0.53	26.25
8.60	10	22	10	0.80	12.50
8.80	8	18	8	0.67	12.00
9.00	14	24	14	0.67	21.00
9.20	6	12	6	0.40	15.00
9.40	26	34	26	0.53	48.75
9.60	24	32	24	0.53	45.00
9.80	10	18	10	0.53	18.75
10.00	10	24	10	0.93	10.71
10.20	16	26	16	0.67	24.00
10.40	14	30	14	1.07	13.13
10.60	12	28	12	1.07	11.25
10.80	12	24	12	0.80	15.00
11.00	14	28	14	0.93	15.00
11.20	10	24	10	0.93	10.71
11.40	12	24	12	0.80	15.00
11.60	12	24	12	0.80	15.00
11.80	24	40	24	1.07	22.50
12.00	22	42	22	1.33	16.50
12.20	24	48	24	1.60	15.00
12.40	28	54	28	1.73	16.15
12.60	28	56	28	1.87	15.00
12.80	30	60	30	2.00	15.00
13.00	30	62	30	2.13	14.06
13.20	32	64	32	2.13	15.00
13.40	26	52	26	1.73	15.00
13.60	24	46	24	1.47	16.36
13.80	22	42	22	1.33	16.50
14.00	20	38	20	1.20	16.67
14.20	22	42	22	1.33	16.50
14.40	18	34	18	1.07	16.88
14.60	14	26	14	0.80	17.50
14.80	12	24	12	0.80	18.00
15.00	16	24	16	0.53	30.00

Prof. (m)	P (kg/cm ²)	P + L (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	RI (kg/cm ²)	Rp/RI [-]
15.20					
15.40					
15.60					
15.80					
16.00					
16.20					
16.40					
16.60					
16.80					
17.00					
17.20					
17.40					
17.60					
17.80					
18.00					
18.20					
18.40					
18.60					
18.80					
19.00					
19.20					
19.40					
19.60					
19.80					
20.00					
20.20					
20.40					
20.60					
20.80					
21.00					
21.20					
21.40					
21.60					
21.80					
22.00					
22.20					
22.40					
22.60					
22.80					
23.00					
23.20					
23.40					
23.60					
23.80					
24.00					
24.20					
24.40					
24.60					
24.80					
25.00					
25.20					
25.40					
25.60					
25.80					
26.00					
26.20					
26.40					
26.60					
26.80					
27.00					
27.20					
27.40					
27.60					
27.80					
28.00					
28.20					
28.40					
28.60					
28.80					
29.00					
29.20					
29.40					
29.60					
29.80					
30.00					

Prof. (m)	P (kg/cm ²)	P + L (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	RI (kg/cm ²)	Rp/RI [-]
0.20					
0.40					
0.60	8	16	8	0.53	15.00
0.80	12	18	12	0.40	30.00
1.00	12	18	12	0.40	30.00
1.20	14	20	14	0.40	35.00
1.40	12	24	12	0.80	15.00
1.60	8	18	8	0.67	12.00
1.80	8	14	8	0.40	20.00
2.00	10	14	10	0.27	37.50
2.20	6	10	6	0.27	22.50
2.40	6	9	6	0.20	30.00
2.60	7	11	7	0.27	26.25
2.80	8	12	8	0.27	30.00
3.00	8	16	8	0.53	15.00
3.20	6	10	6	0.27	22.50
3.40	8	14	8	0.40	20.00
3.60	9	16	9	0.47	19.29
3.80	6	12	6	0.40	15.00
4.00	10	18	10	0.53	18.75
4.20	12	22	12	0.67	18.00
4.40	10	14	10	0.27	37.50
4.60	6	12	6	0.40	15.00
4.80	6	10	6	0.27	22.50
5.00	12	16	12	0.27	45.00
5.20	10	14	10	0.27	37.50
5.40	6	10	6	0.27	22.50
5.60	4	8	4	0.27	15.00
5.80	4	6	4	0.13	30.00
6.00	6	10	6	0.27	22.50
6.20	8	10	8	0.13	60.00
6.40	5	7	5	0.13	37.50
6.60	6	10	6	0.27	22.50
6.80	8	12	8	0.27	30.00
7.00	10	14	10	0.27	37.50
7.20	7	10	7	0.20	35.00
7.40	4	7	4	0.20	20.00
7.60	6	9	6	0.20	30.00
7.80	6	10	6	0.27	22.50
8.00	8	12	8	0.27	30.00
8.20	6	9	6	0.20	30.00
8.40	7	10	7	0.20	35.00
8.60	12	16	12	0.27	45.00
8.80	12	20	12	0.53	22.50
9.00	12	24	12	0.80	15.00
9.20	10	18	10	0.53	18.75
9.40	6	12	6	0.40	15.00
9.60	6	12	6	0.40	15.00
9.80	8	14	8	0.40	20.00
10.00	10	16	10	0.40	25.00
10.20	12	18	12	0.40	30.00
10.40	14	24	14	0.67	21.00
10.60	12	22	12	0.67	18.00
10.80	12	24	12	0.80	15.00
11.00	12	22	12	0.67	18.00
11.20	12	22	12	0.67	18.00
11.40	18	32	18	0.93	19.29
11.60	22	38	22	1.07	20.63
11.80	26	46	26	1.33	19.50
12.00	30	52	30	1.47	20.45
12.20	26	44	26	1.20	21.67
12.40	28	50	28	1.47	19.09
12.60	26	48	26	1.47	17.73
12.80	26	48	26	1.47	17.73
13.00	36	54	36	1.20	30.00
13.20	30	60	30	2.00	15.00
13.40	34	58	34	1.60	21.25
13.60	30	54	30	1.60	18.75
13.80	28	52	28	1.60	17.50
14.00	28	52	28	1.60	17.50
14.20	24	44	24	1.33	18.00
14.40	14	30	14	1.07	13.13
14.60	16	26	16	0.67	24.00
14.80	14	24	14	0.67	21.00
15.00	14	24	14	0.67	21.00

Prof. (m)	P (kg/cm ²)	P + L (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	RI (kg/cm ²)	Rp/RI [-]
15.20					
15.40					
15.60					
15.80					
16.00					
16.20					
16.40					
16.60					
16.80					
17.00					
17.20					
17.40					
17.60					
17.80					
18.00					
18.20					
18.40					
18.60					
18.80					
19.00					
19.20					
19.40					
19.60					
19.80					
20.00					
20.20					
20.40					
20.60					
20.80					
21.00					
21.20					
21.40					
21.60					
21.80					
22.00					
22.20					
22.40					
22.60					
22.80					
23.00					
23.20					
23.40					
23.60					
23.80					
24.00					
24.20					
24.40					
24.60					
24.80					
25.00					
25.20					
25.40					
25.60					
25.80					
26.00					
26.20					
26.40					
26.60					
26.80					
27.00					
27.20					
27.40					
27.60					
27.80					
28.00					
28.20					
28.40					
28.60					
28.80					
29.00					
29.20					
29.40					
29.60					
29.80					
30.00					

Prof. (m)	P (kg/cm ²)	P + L (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	RI (kg/cm ²)	Rp/RI [-]
0.20					
0.40					
0.60	10	16	10	0.40	25.00
0.80	8	14	8	0.40	20.00
1.00	8	12	8	0.27	30.00
1.20	12	20	12	0.53	22.50
1.40	10	16	10	0.40	25.00
1.60	8	14	8	0.40	20.00
1.80	8	12	8	0.27	30.00
2.00	10	16	10	0.40	25.00
2.20	8	16	8	0.53	15.00
2.40	6	10	6	0.27	22.50
2.60	6	8	6	0.13	45.00
2.80	6	8	6	0.13	45.00
3.00	7	10	7	0.20	35.00
3.20	8	12	8	0.27	30.00
3.40	10	14	10	0.27	37.50
3.60	10	12	10	0.13	75.00
3.80	8	10	8	0.13	60.00
4.00	7	9	7	0.13	52.50
4.20	8	10	8	0.13	60.00
4.40	10	14	10	0.27	37.50
4.60	10	16	10	0.40	25.00
4.80	8	14	8	0.40	20.00
5.00	12	20	12	0.53	22.50
5.20	10	18	10	0.53	18.75
5.40	8	16	8	0.53	15.00
5.60	6	10	6	0.27	22.50
5.80	6	8	6	0.13	45.00
6.00	6	9	6	0.20	30.00
6.20	7	9	7	0.13	52.50
6.40	8	10	8	0.13	60.00
6.60	6	8	6	0.13	45.00
6.80	6	8	6	0.13	45.00
7.00	8	14	8	0.40	20.00
7.20	6	8	6	0.13	45.00
7.40	5	9	5	0.27	18.75
7.60	5	10	5	0.33	15.00
7.80	6	12	6	0.40	15.00
8.00	8	14	8	0.40	20.00
8.20	8	16	8	0.53	15.00
8.40	10	18	10	0.53	18.75
8.60	12	20	12	0.53	22.50
8.80	12	22	12	0.67	18.00
9.00	14	24	14	0.67	21.00
9.20	12	20	12	0.53	22.50
9.40	10	18	10	0.53	18.75
9.60	14	20	14	0.40	35.00
9.80	16	22	16	0.40	40.00
10.00	14	20	14	0.40	35.00
10.20	12	22	12	0.67	18.00
10.40	10	18	10	0.53	18.75
10.60	12	20	12	0.53	22.50
10.80	12	22	12	0.67	18.00
11.00	14	26	14	0.60	17.50
11.20	16	30	16	0.93	17.14
11.40	18	30	18	0.60	22.50
11.60	20	36	20	1.07	18.75
11.80	24	40	24	1.07	22.50
12.00	22	38	22	1.07	20.63
12.20	26	40	26	0.93	27.86
12.40	24	38	24	0.93	25.71
12.60	22	42	22	1.33	16.50
12.80	20	40	20	1.33	15.00
13.00	24	44	24	1.33	18.00
13.20	26	48	26	1.47	17.73
13.40	28	50	28	1.47	19.09
13.60	28	56	28	1.57	15.00
13.80	24	50	24	1.73	13.85
14.00	22	48	22	1.73	12.69
14.20	20	42	20	1.47	13.64
14.40	18	36	18	1.20	15.00
14.60	14	28	14	0.93	15.00
14.80	12	22	12	0.67	18.00
15.00	12	20	12	0.63	22.50

Prof. (m)	P (kg/cm ²)	P + L (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	RI (kg/cm ²)	Rp/RI [-]
15.20					
15.40					
15.60					
15.80					
16.00					
16.20					
16.40					
16.60					
16.80					
17.00					
17.20					
17.40					
17.60					
17.80					
18.00					
18.20					
18.40					
18.60					
18.80					
19.00					
19.20					
19.40					
19.60					
19.80					
20.00					
20.20					
20.40					
20.60					
20.80					
21.00					
21.20					
21.40					
21.60					
21.80					
22.00					
22.20					
22.40					
22.60					
22.80					
23.00					
23.20					
23.40					
23.60					
23.80					
24.00					
24.20					
24.40					
24.60					
24.80					
25.00					
25.20					
25.40					
25.60					
25.80					
26.00					
26.20					
26.40					
26.60					
26.80					
27.00					
27.20					
27.40					
27.60					
27.80					
28.00					
28.20					
28.40					
28.60					
28.80					
29.00					
29.20					
29.40					
29.60					
29.80					
30.00					

Prof. (m)	P (kg/cm ²)	P + L (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	RI (kg/cm ²)	Rp/RI [-]
0.20					
0.40					
0.60	7	14	7	0.47	15.00
0.80	8	12	8	0.27	30.00
1.00	6	10	6	0.27	22.50
1.20	12	16	12	0.27	45.00
1.40	14	22	14	0.53	25.25
1.60	8	14	8	0.40	20.00
1.80	6	12	6	0.40	15.00
2.00	8	12	8	0.27	30.00
2.20	6	10	6	0.27	22.50
2.40	6	9	6	0.20	30.00
2.60	6	10	6	0.27	22.50
2.80	8	12	8	0.27	30.00
3.00	10	16	10	0.40	25.00
3.20	6	12	6	0.40	15.00
3.40	6	10	6	0.27	22.50
3.60	6	10	6	0.27	22.50
3.80	10	14	10	0.27	37.50
4.00	12	18	12	0.40	30.00
4.20	28	34	28	0.40	70.00
4.40	18	24	18	0.40	45.00
4.60	8	14	8	0.40	20.00
4.80	18	20	18	0.13	135.00
5.00	10	16	10	0.40	25.00
5.20	8	12	8	0.27	30.00
5.40	12	16	12	0.27	45.00
5.60	6	12	6	0.40	15.00
5.80	5	10	5	0.33	15.00
6.00	6	10	6	0.27	22.50
6.20	6	10	6	0.27	22.50
6.40	6	9	6	0.20	30.00
6.60	4	7	4	0.20	20.00
6.80	4	6	4	0.13	30.00
7.00	6	10	6	0.27	22.50
7.20	6	12	6	0.40	15.00
7.40	4	6	4	0.13	30.00
7.60	4	6	4	0.13	30.00
7.80	6	10	6	0.27	22.50
8.00	8	12	8	0.27	30.00
8.20	5	8	5	0.20	25.00
8.40	12	15	12	0.20	60.00
8.60	4	8	4	0.27	15.00
8.80	8	14	8	0.40	20.00
9.00	14	20	14	0.40	35.00
9.20	14	24	14	0.67	21.00
9.40	12	24	12	0.80	15.00
9.60	12	22	12	0.67	18.00
9.80	8	16	8	0.53	15.00
10.00	18	30	18	0.80	22.50
10.20	6	12	6	0.40	15.00
10.40	12	22	12	0.67	18.00
10.60	16	28	16	0.80	20.00
10.80	14	28	14	0.93	15.00
11.00	14	30	14	1.07	13.13
11.20	12	24	12	0.80	15.00
11.40	14	26	14	0.80	17.50
11.60	18	36	18	1.20	15.00
11.80	26	42	26	1.07	24.38
12.00	26	46	26	1.33	19.50
12.20	24	48	24	1.60	15.00
12.40	26	48	26	1.47	17.73
12.60	26	48	26	1.47	17.73
12.80	24	46	24	1.47	16.36
13.00	28	50	28	1.47	19.09
13.20	30	52	30	1.47	20.45
13.40	28	50	28	1.47	19.09
13.60	26	46	26	1.33	19.50
13.80	20	42	20	1.47	13.64
14.00	22	42	22	1.33	16.50
14.20	24	44	24	1.33	18.00
14.40	18	38	18	1.33	13.50
14.60	14	30	14	1.07	13.13
14.80	10	22	10	0.80	12.50
15.00	10	20	10	0.67	15.00

Prof. (m)	P (kg/cm ²)	P + L (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	RI (kg/cm ²)	Rp/RI [-]
15.20					
15.40					
15.60					
15.80					
16.00					
16.20					
16.40					
16.60					
16.80					
17.00					
17.20					
17.40					
17.60					
17.80					
18.00					
18.20					
18.40					
18.60					
18.80					
19.00					
19.20					
19.40					
19.60					
19.80					
20.00					
20.20					
20.40					
20.60					
20.80					
21.00					
21.20					
21.40					
21.60					
21.80					
22.00					
22.20					
22.40					
22.60					
22.80					
23.00					
23.20					
23.40					
23.60					
23.80					
24.00					
24.20					
24.40					
24.60					
24.80					
25.00					
25.20					
25.40					
25.60					
25.80					
26.00					
26.20					
26.40					
26.60					
26.80					
27.00					
27.20					
27.40					
27.60					
27.80					
28.00					
28.20					
28.40					
28.60					
28.80					
29.00					
29.20					
29.40					
29.60					
29.80					
30.00					

Prof. (m)	P (kg/cm ²)	P + L (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	RI (kg/cm ²)	Rp/RI [-]
0.20					
0.40					
0.60	12	26	12	0.93	12.86
0.80	16	28	16	0.80	20.00
1.00	14	28	14	0.93	15.00
1.20	7	16	7	0.60	11.67
1.40	16	20	16	0.27	60.00
1.60	14	24	14	0.67	21.00
1.80	8	16	8	0.53	15.00
2.00	10	18	10	0.53	18.75
2.20	8	14	8	0.40	20.00
2.40	6	12	6	0.40	15.00
2.60	6	12	6	0.40	15.00
2.80	7	14	7	0.47	15.00
3.00	10	18	10	0.53	18.75
3.20	10	22	10	0.80	12.50
3.40	7	14	7	0.47	15.00
3.60	14	22	14	0.53	26.25
3.80	10	20	10	0.67	15.00
4.00	18	28	18	0.67	27.00
4.20	24	30	24	0.40	60.00
4.40	14	24	14	0.67	21.00
4.60	16	22	16	0.40	40.00
4.80	10	16	10	0.40	25.00
5.00	12	22	12	0.67	18.00
5.20	14	26	14	0.80	17.50
5.40	8	16	8	0.53	15.00
5.60	4	8	4	0.27	15.00
5.80	4	8	4	0.27	15.00
6.00	6	10	6	0.27	22.50
6.20	6	10	6	0.27	22.50
6.40	5	10	5	0.33	15.00
6.60	4	8	4	0.27	15.00
6.80	6	10	6	0.27	22.50
7.00	14	20	14	0.40	35.00
7.20	6	10	6	0.27	22.50
7.40	4	8	4	0.27	15.00
7.60	5	10	5	0.33	15.00
7.80	10	14	10	0.27	37.50
8.00	8	14	8	0.40	20.00
8.20	6	12	6	0.40	15.00
8.40	6	12	6	0.40	15.00
8.60	8	14	8	0.40	20.00
8.80	10	18	10	0.53	18.75
9.00	16	26	16	0.67	24.00
9.20	14	28	14	0.93	15.00
9.40	10	22	10	0.80	12.50
9.60	8	16	8	0.53	15.00
9.80	6	12	6	0.40	15.00
10.00	8	16	8	0.53	15.00
10.20	10	18	10	0.53	18.75
10.40	6	12	6	0.40	15.00
10.60	14	22	14	0.53	26.25
10.80	16	30	16	0.93	17.14
11.00	18	36	18	1.20	15.00
11.20	16	34	16	1.20	13.33
11.40	14	30	14	1.07	13.13
11.60	10	24	10	0.93	10.71
11.80	10	18	10	0.53	18.75
12.00	20	32	20	0.80	25.00
12.20	32	62	32	2.00	15.00
12.40	32	64	32	2.13	15.00
12.60	30	64	30	2.27	13.24
12.80	32	66	32	2.27	14.12
13.00	34	66	34	2.13	15.94
13.20	30	60	30	2.00	15.00
13.40	32	62	32	2.00	16.00
13.60	32	62	32	2.00	16.00
13.80	30	62	30	2.13	14.06
14.00	34	62	34	1.87	18.21
14.20	26	52	26	1.73	15.00
14.40	22	46	22	1.60	13.75
14.60	18	38	18	1.33	13.50
14.80	16	30	16	0.93	17.14
15.00	14	30	14	1.07	13.13

Prof. (m)	P (kg/cm ²)	P + L (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	RI (kg/cm ²)	Rp/RI [-]
15.20					
15.40					
15.60					
15.80					
16.00					
16.20					
16.40					
16.60					
16.80					
17.00					
17.20					
17.40					
17.60					
17.80					
18.00					
18.20					
18.40					
18.60					
18.80					
19.00					
19.20					
19.40					
19.60					
19.80					
20.00					
20.20					
20.40					
20.60					
20.80					
21.00					
21.20					
21.40					
21.60					
21.80					
22.00					
22.20					
22.40					
22.60					
22.80					
23.00					
23.20					
23.40					
23.60					
23.80					
24.00					
24.20					
24.40					
24.60					
24.80					
25.00					
25.20					
25.40					
25.60					
25.80					
26.00					
26.20					
26.40					
26.60					
26.80					
27.00					
27.20					
27.40					
27.60					
27.80					
28.00					
28.20					
28.40					
28.60					
28.80					
29.00					
29.20					
29.40					
29.60					
29.80					
30.00					

Prof. (m)	P (kg/cm ²)	P + L (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	RI (kg/cm ²)	Rp/RI [-]
0.20					
0.40					
0.60	10	18	10	0.53	18.75
0.80	8	16	8	0.53	15.00
1.00	10	20	10	0.67	15.00
1.20	8	14	8	0.40	20.00
1.40	20	24	20	0.27	75.00
1.60	6	10	6	0.27	22.50
1.80	6	8	6	0.13	45.00
2.00	8	10	8	0.13	60.00
2.20	22	24	22	0.13	165.00
2.40	26	30	26	0.27	97.50
2.60	10	16	10	0.40	25.00
2.80	6	14	6	0.53	11.25
3.00	8	14	8	0.40	20.00
3.20	8	12	8	0.27	30.00
3.40	9	14	9	0.33	27.00
3.60	16	20	16	0.27	60.00
3.80	14	22	14	0.53	26.25
4.00	10	16	10	0.40	25.00
4.20	8	12	8	0.27	30.00
4.40	8	12	8	0.27	30.00
4.60	10	14	10	0.27	37.50
4.80	10	14	10	0.27	37.50
5.00	10	16	10	0.40	25.00
5.20	5	9	5	0.27	18.75
5.40	3	6	3	0.20	15.00
5.60	5	8	5	0.20	25.00
5.80	6	8	6	0.13	45.00
6.00	7	12	7	0.33	21.00
6.20	6	10	6	0.27	22.50
6.40	6	10	6	0.27	22.50
6.60	6	10	6	0.27	22.50
6.80	4	6	4	0.13	30.00
7.00	6	8	6	0.13	45.00
7.20	10	12	10	0.13	75.00
7.40	8	12	8	0.27	30.00
7.60	8	12	8	0.27	30.00
7.80	4	6	4	0.13	30.00
8.00	6	10	6	0.27	22.50
8.20	10	16	10	0.40	25.00
8.40	10	18	10	0.53	18.75
8.60	7	14	7	0.47	15.00
8.80	10	18	10	0.53	18.75
9.00	10	18	10	0.53	18.75
9.20	6	10	6	0.27	22.50
9.40	4	8	4	0.27	15.00
9.60	6	10	6	0.27	22.50
9.80	6	10	6	0.27	22.50
10.00	10	16	10	0.40	25.00
10.20	14	22	14	0.53	26.25
10.40	14	26	14	0.80	17.50
10.60	12	24	12	0.80	15.00
10.80	12	24	12	0.80	15.00
11.00	10	20	10	0.67	15.00
11.20	10	20	10	0.67	15.00
11.40	10	20	10	0.67	15.00
11.60	18	30	18	0.80	22.50
11.80	28	50	28	1.47	19.09
12.00	26	50	26	1.60	16.25
12.20	26	52	26	1.73	15.00
12.40	28	56	28	1.87	15.00
12.60	28	52	28	1.60	17.50
12.80	24	46	24	1.47	16.36
13.00	22	42	22	1.33	16.50
13.20	28	54	28	1.73	16.15
13.40	30	58	30	1.87	16.07
13.60	32	60	32	1.87	17.14
13.80	26	50	26	1.60	16.25
14.00	24	46	24	1.47	16.36
14.20	22	40	22	1.20	16.33
14.40	18	36	18	1.20	15.00
14.60	14	24	14	0.67	21.00
14.80	14	22	14	0.53	26.25
15.00	16	28	16	0.80	20.00

Prof. (m)	P (kg/cm ²)	P + L (kg/cm ²)	Rp (kg/cm ²)	RI (kg/cm ²)	Rp/RI [-]
15.20					
15.40					
15.60					
15.80					
16.00					
16.20					
16.40					
16.60					
16.80					
17.00					
17.20					
17.40					
17.60					
17.80					
18.00					
18.20					
18.40					
18.60					
18.80					
19.00					
19.20					
19.40					
19.60					
19.80					
20.00					
20.20					
20.40					
20.60					
20.80					
21.00					
21.20					
21.40					
21.60					
21.80					
22.00					
22.20					
22.40					
22.60					
22.80					
23.00					
23.20					
23.40					
23.60					
23.80					
24.00					
24.20					
24.40					
24.60					
24.80					
25.00					
25.20					
25.40					
25.60					
25.80					
26.00					
26.20					
26.40					
26.60					
26.80					
27.00					
27.20					
27.40					
27.60					
27.80					
28.00					
28.20					
28.40					
28.60					
28.80					
29.00					
29.20					
29.40					
29.60					
29.80					
30.00					

PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 1

2.010496-044

- committente : A.C.E.R. MODENA
 - lavoro : EDIFICIO RESIDENZIALE A 12 ALLOGGI
 - località : SORBARA di BOMPORTO - MO -
 - note :

- data : 10/06/2002
 - quota inizio : P.C.
 - prof. falda : -1,20 m da quota inizio
 - pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE											
Prof. m	Rp kg/cm ²	Rp/RI (-)	Natura Litol.	Y ^c t/m ³	p _{vo} kg/cm ²	Cu kg/cm ²	OCR (-)	Eu50 kg/cm ²	Eu25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	Dr %	σ _{1s} (°)	σ _{2s} (°)	σ _{3s} (°)	σ _{4s} (°)	σ _{dm} (°)	σ _{my} (°)	Amax/g (-)	E50 kg/cm ²	E25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	
0,20	-	-	???	1,85	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,40	-	24	2111	1,85	0,07	0,40	51,7	63	102	43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,60	9	27	2111	1,85	0,11	0,45	36,1	77	115	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,80	3	30	4111	1,85	0,15	0,40	21,8	63	102	43	32	32	35	38	41	34	26	0,062	13	20	24	-
1,00	9	19	2111	1,85	0,19	0,45	19,1	77	115	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,20	13	22	2111	0,93	0,20	0,60	24,5	103	154	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,40	11	21	2111	0,91	0,22	0,54	18,9	91	137	51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,60	7	35	4111	0,83	0,24	0,35	19,1	69	89	39	16	30	33	36	39	30	26	0,030	12	18	21	-
1,80	3	24	2111	0,83	0,26	0,40	11,0	63	102	43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2,00	8	18	2111	0,82	0,27	0,30	7,1	63	102	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2,20	9	22	2111	0,83	0,29	0,45	10,9	77	115	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2,40	9	19	2111	0,83	0,31	0,45	10,1	77	115	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2,60	7	31	2111	0,84	0,32	0,35	6,9	82	122	39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2,80	7	31	2111	0,84	0,34	0,35	6,5	83	132	39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,00	6	30	4111	0,82	0,36	0,30	5,0	98	148	35	0	28	31	35	38	27	26	0,001	10	15	18	-
3,20	7	21	2111	0,84	0,37	0,35	5,8	100	150	39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,40	7	15	1111	0,46	0,38	0,35	5,6	20	30	42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,60	10	50	4111	0,66	0,40	0,50	8,3	95	143	50	15	30	33	36	39	29	26	0,029	17	25	30	-
3,80	12	26	2111	0,92	0,42	0,57	9,3	100	150	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4,00	9	19	2111	0,88	0,44	0,45	6,5	112	168	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4,20	12	22	2111	0,92	0,45	0,57	8,4	103	162	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4,40	13	19	2111	0,93	0,47	0,60	8,5	112	168	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4,60	3	20	2111	0,66	0,49	0,40	4,9	136	204	43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4,80	5	25	2111	0,80	0,51	0,25	2,6	131	196	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5,00	3	15	1111	0,46	0,52	0,15	1,3	19	29	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5,20	6	15	1111	0,46	0,52	0,30	3,1	29	44	36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5,40	6	30	4111	0,62	0,54	0,30	3,0	143	222	35	-	28	31	35	38	25	25	-	10	15	18	-
5,60	4	30	4111	0,80	0,56	0,20	1,7	115	172	24	-	23	31	35	38	25	25	-	7	10	12	-
5,80	7	26	2111	0,84	0,57	0,35	3,4	161	242	39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6,00	6	22	2111	0,82	0,59	0,30	2,7	155	232	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6,20	6	11	1111	0,46	0,60	0,30	2,6	32	49	36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6,40	22	65	3111	0,86	0,62	-	-	-	-	-	32	32	35	38	41	31	28	0,061	37	55	66	-
6,60	18	30	4111	0,91	0,63	0,75	7,7	154	231	56	24	31	34	37	40	30	27	0,046	30	45	54	-
6,80	20	39	4111	0,93	0,65	0,80	8,1	156	235	60	27	32	34	37	40	30	27	0,052	33	50	60	-
7,00	25	62	3111	0,86	0,67	-	-	-	-	-	34	33	35	38	41	31	28	0,067	42	63	75	-
7,20	18	45	4111	0,91	0,69	0,75	7,0	173	260	56	22	31	34	37	40	29	27	0,042	30	45	54	-
7,40	30	90	3111	0,88	0,71	-	-	-	-	-	39	33	36	38	41	32	29	0,078	50	75	90	-
7,60	6	22	2111	0,82	0,72	0,30	2,1	167	250	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7,80	13	32	4111	0,88	0,74	0,60	4,9	205	303	52	9	29	32	35	39	27	26	0,019	22	33	39	-
8,00	11	24	2111	0,91	0,76	0,54	4,1	212	318	51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8,20	9	19	2111	0,88	0,78	0,45	3,2	215	323	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8,40	11	24	2111	0,91	0,79	0,54	3,8	223	335	51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8,60	6	22	2111	0,82	0,81	0,30	1,8	171	256	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8,80	9	27	2111	0,83	0,83	0,45	2,9	225	337	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9,00	29	87	3111	0,87	0,85	-	-	-	-	-	34	33	35	38	41	31	29	0,065	43	73	87	-
9,20	21	39	3111	0,85	0,86	-	-	-	-	-	22	31	34	37	40	29	27	0,042	35	53	63	-
9,40	20	27	4111	0,93	0,88	0,80	5,6	238	357	60	20	31	34	36	39	29	27	0,033	33	50	60	-
9,60	13	34	4111	0,91	0,90	0,75	5,0	243	372	56	16	30	33	36	39	28	27	0,030	30	45	54	-
9,80	12	26	2111	0,92	0,92	0,57	3,5	259	388	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10,00	7	12	1111	0,46	0,93	0,35	1,9	43	64	42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10,20	25	75	3111	0,86	0,94	-	-	-	-	-	26	32	34	37	40	30	28	0,049	42	63	75	-
10,40	10	19	2111	0,90	0,96	0,50	2,3	256	383	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10,60	14	21	2111	0,94	0,98	0,64	3,7	277	416	51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10,80	11	12	2111	0,91	1,00	0,54	2,9	270	404	51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11,00	16	27	2111	0,99	1,02	0,70	3,9	298	429	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11,20	21	52	3111	0,85	1,04	-	-	-	-	-	17	30	33	36	39	28	27	0,033	35	53	63	-
11,40	13	35	3111	0,87	1,05	-	-	-	-	-	27	32	34	37	40	30	28	0,052	47	70	84	-
11,60	18	45	4111	0,91	1,07	0,75	4,0	299	448	56	11	30	33	36	39	27	27	0,023	30	45	54	-
11,80	38	52	3111	0,87	1,09	-	-	-	-	-	26	32	34	37	40	29	28	0,050	47	70	84	-
12,00	22	24	4111	0,93	1,11	0,65	4,5	309	463	66	17	30	33	36	39	28	28	0,033	37	55	66	-
12,20	13	15	2111	0,88	1,13	0,75	3,8	318	476	56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12,40	14	16	3111	0,86	1,14	-	-	-	-	-	20	31	34	36	39	28	28	0,037	40	60	72	-
12,60	13	27	4111	0,94	1,16	0,87	4,4	325	487	69	18	30	33	36	39	28	28	0,034	38	53	69	-
12,80	17	34	3111	0,87	1,18	-	-	-	-	-	23	31	34	37								

PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 2

2.010496-044

- committente : A.C.E.R. MODENA
 - lavoro : EDIFICIO RESIDENZIALE A 12 ALLOGGI
 - località : SORBARA di BOMPORTO - MO -
 - note :

- data : 10/06/2002
 - quota inizio : P.C.
 - prof. falda : -1,20 m da quota inizio
 - pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE											
Prof. m	Rp kg/cm²	Rp/Rl (-)	Natura Litol.	Y t/m²	pVo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	e1s (°)	e2s (°)	e3s (°)	e4s (°)	edm (°)	emy (°)	Amax/g (-)	E50 kg/cm²	E25 kg/cm²	Mo kg/cm²	
0,20	-	-	???	1,85	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,40	9	13	2III	1,85	0,07	0,45	60,0	77	115	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,60	13	39	4I	1,85	0,11	0,60	52,2	103	154	52	56	36	33	40	42	33	26	0,118	22	33	39	
0,80	7	26	2III	1,85	0,15	0,35	18,4	59	89	39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,00	10	25	2III	1,85	0,19	0,50	21,8	85	123	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,20	12	30	4I	0,88	0,20	0,57	23,0	97	146	52	38	33	36	38	41	34	26	0,075	20	30	36	
1,40	15	23	2III	0,95	0,22	0,67	24,9	113	170	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,60	9	27	2III	0,88	0,24	0,45	13,8	77	115	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,80	6	30	4I	0,82	0,26	0,30	7,7	92	93	35	9	29	32	35	39	29	26	0,018	10	15	18	
2,00	9	22	2III	0,83	0,27	0,45	11,7	77	115	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2,20	3	60	4I	0,84	0,29	0,50	9,4	69	104	43	15	30	33	36	39	30	26	0,030	13	20	24	
2,40	11	24	2III	0,91	0,31	0,54	12,6	81	137	51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2,60	14	70	4I	0,89	0,33	0,64	14,5	108	162	51	32	32	35	38	41	32	26	0,062	23	35	42	
2,80	13	49	4I	0,83	0,34	0,60	12,7	103	154	52	28	32	35	37	40	32	26	0,054	22	33	39	
3,00	13	65	4I	0,88	0,36	0,60	12,0	103	154	52	27	32	34	37	40	31	26	0,051	22	33	39	
3,20	6	22	2III	0,82	0,38	0,30	4,7	105	157	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,40	6	45	4I	0,82	0,39	0,30	4,5	110	165	35	-	28	31	35	38	26	26	-	10	15	18	
3,60	10	30	4I	0,86	0,41	0,50	8,0	99	148	50	15	30	33	36	39	29	26	0,028	17	25	30	
3,80	3	24	2III	0,86	0,43	0,40	5,8	115	172	43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4,00	14	52	4I	0,89	0,45	0,64	9,8	109	163	51	24	31	34	37	40	31	26	0,046	23	35	42	
4,20	3	12	2III	0,86	0,46	0,40	5,2	127	190	43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4,40	20	37	4I	0,93	0,48	0,80	11,3	136	204	60	34	33	35	38	41	32	27	0,067	33	50	60	
4,60	22	82	3III	0,86	0,50	-	-	-	-	-	37	33	36	38	41	32	28	0,073	37	55	66	
4,80	12	26	2III	0,92	0,52	0,57	7,1	129	194	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5,00	9	19	2III	0,83	0,53	0,45	5,1	147	221	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5,20	3	30	4I	0,84	0,55	0,40	4,2	154	231	43	-	28	31	35	38	26	26	-	13	20	24	
5,40	4	20	2III	0,78	0,57	0,20	1,7	115	172	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5,60	5	37	4I	0,81	0,58	0,25	2,2	138	206	30	-	28	31	35	38	25	25	-	3	13	15	
5,80	3	30	4I	0,84	0,60	0,40	3,8	169	254	43	-	28	31	35	38	26	26	-	13	20	24	
6,00	4	15	1***	0,46	0,61	0,20	1,6	35	38	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6,20	7	35	4I	0,83	0,63	0,35	3,0	172	257	39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6,40	13	90	4I	0,91	0,64	0,75	7,6	157	236	56	24	31	34	37	40	30	27	0,045	30	45	54	
6,60	13	32	4I	0,88	0,66	0,60	5,6	178	268	52	12	30	33	36	39	28	25	0,024	22	33	39	
6,80	16	43	4I	0,90	0,68	0,70	6,5	176	263	52	18	31	33	36	39	29	27	0,035	27	40	48	
7,00	20	50	4I	0,93	0,70	0,60	7,4	171	257	60	25	32	34	37	40	30	27	0,048	33	50	60	
7,20	25	64	3III	0,86	0,72	-	-	-	-	-	33	33	35	38	41	31	28	0,063	42	63	75	
7,40	3	127	4I	0,91	0,73	0,72	6,2	162	289	54	19	31	33	36	39	29	27	0,035	28	43	51	
7,60	3	20	2III	0,86	0,75	0,40	2,9	202	303	43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7,80	3	30	4I	0,84	0,77	0,40	2,8	204	306	43	-	28	31	35	38	25	26	-	13	20	24	
8,00	12	26	2III	0,92	0,79	0,57	4,2	220	329	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8,20	10	19	2III	0,90	0,80	0,50	3,5	227	340	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8,40	9	27	2III	0,88	0,82	0,45	3,0	224	335	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8,60	6	22	2III	0,82	0,84	0,30	1,7	172	253	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8,80	6	10	1***	0,46	0,85	0,30	1,7	37	66	36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9,00	26	32	3III	0,87	0,86	-	-	-	-	-	29	32	35	37	40	30	28	0,056	43	65	78	
9,20	18	19	2III	0,93	0,83	0,75	5,1	243	365	56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9,40	22	66	3III	0,86	0,90	-	-	-	-	-	22	31	34	37	40	29	28	0,043	37	55	66	
9,60	20	50	4I	0,93	0,92	0,80	5,3	252	377	60	19	31	33	36	39	28	27	0,036	33	50	60	
9,80	10	30	4I	0,86	0,94	0,50	2,9	252	378	50	-	28	31	35	38	25	26	-	17	25	30	
10,00	9	12	2III	0,83	0,95	0,45	2,5	240	360	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10,20	25	47	3III	0,86	0,97	-	-	-	-	-	25	32	34	37	40	29	28	0,043	42	63	75	
10,40	12	30	4I	0,88	0,99	0,57	3,2	274	412	52	-	28	31	35	38	25	26	-	20	30	36	
10,60	10	30	4I	0,86	1,01	0,50	2,6	261	391	50	-	28	31	35	38	25	26	-	17	25	30	
10,80	9	27	2III	0,83	1,02	0,45	2,2	246	369	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11,00	19	32	4I	0,92	1,04	0,78	4,3	291	437	58	14	30	33	36	39	27	27	0,027	32	43	57	
11,20	21	22	4I	0,93	1,06	0,82	4,6	295	443	63	17	30	33	36	39	28	27	0,032	35	53	63	
11,40	26	43	4I	0,95	1,08	0,93	5,2	299	444	63	24	31	34	37	40	29	28	0,045	43	65	78	
11,60	18	14	2III	0,93	1,10	0,75	3,9	309	453	56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11,80	23	43	3III	0,89	1,12	-	-	-	-	-	19	31	34	36	40	28	28	0,036	33	53	69	
12,00	22	27	4I	0,93	1,14	0,63	4,3	317	475	66	17	30	33	36	39	28	28	0,032	37	55	66	
12,20	18	17	2III	0,98	1,16	0,75	3,7	326	489	56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12,40	17	20	2III	0,97	1,17	0,72	3,4	330	496	54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12,60	22	22	4I	0,93	1,19	0,65	4,1	333	500	66	16	30	33	36	39	28	28	0,030	37	55	66	
12,80	20	19	2III	0,94	1,21	0,81	4,4	338	503	75	20	31	34	36	40	28	28	0,037	42	63	75	
13,00	25	19	4I	0,93	1,23																	

PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

- committente : A.C.E.R. MODENA
- lavoro : EDIFICIO RESIDENZIALE A 12 ALLOGGI
- località : SORBARA di BOMPORTO - MO -
- note :

- data : 10/06/2002
- quota inizio : P.C.
- prof. falda : -1,00 m da quota inizio
- pagina : 1

[illegible]